OPTIQUE
DE NEWTON.

TRADUCTION NOUVELLE.

TOME PREMIER.

DE L'IMPRIMERIE DE PH.-D. PIERRES,
Premier Imprimeur Ordinaire du Roi, &c.

OPTIQUE
DE NEWTON,

TRADUCTION NOUVELLE,

FAITE par M*** sur la dernière Édition originale, ornée de vingt-une Planches, & approuvée par l'Académie royale des Sciences;

DÉDIÉE AU ROI,

Par M. BEAUZÉE, Éditeur de cet Ouvrage, l'un des Quarante de l'Académie Françoise; de l'Académie della Crusca, *des Académies royales de Rouen, de Metz, & d'Arras; Professeur émérite de l'École royale militaire, & Secrétaire-Interprète de MONSEIGNEUR COMTE D'ARTOIS.*

TOME PREMIER.

A PARIS,
Chez LEROY, Libraire, rue Saint-Jacques, vis à vis celle de la Parcheminerie.

M. DCC. LXXXVII.
Avec Approbation & Privilége du Roi.

AU ROI.

SIRE,

C'EST sous les auspices du plus grand des Rois, que doit paroître, en langue nationale, le chef-d'œuvre de l'un des plus beaux Génies que le Ciel ait jamais accordé à la Terre. C'est donc sous les auspices de VOTRE MAJESTÉ, *qu'il convient d'annoncer enfin à la*

France une traduction fidèle du Traité d'Optique de Newton. *Quoique simple Éditeur de cette Traduction, dont l'Auteur m'est inconnu, j'ai saisi avec empressement cette occasion de présenter à* VOTRE MAJESTÉ *l'hommage public de ma reconnoissance, pour les bienfaits dont Elle m'a comblé. Je les dois à la protection dont Elle honore les Lettres; & il est juste que je joigne ma voix à tant d'autres pour l'annoncer à l'Europe & à la postérité.*

Je suis avec le plus profond respect,

SIRE,

DE VOTRE MAJESTÉ,

Le très-humble, très-obéissant, & très-fidèle serviteur & sujet

BEAUZÉE,

l'un des Quarante de votre Académie Françoise.

PRÉFACE DE L'ÉDITEUR.

PARMI les Sciences utiles & agréables, il n'en est point de plus intéressante que l'Optique.

Elle a pour objet la lumière, ce fluide subtil qui remplit l'Univers, qui en déploie à nos yeux l'immense étendue, en développe les différentes parties, distingue tous les corps par l'éclat ou les couleurs qu'il leur prête, & répand un charme indicible sur la Nature entière.

Moins vaste par son objet que féconde en merveilles, l'Optique est une source intarissable de sujets d'instruction. Quelle multitude de phénomènes étonnants les divers mouvements de la

lumière ne produisent-ils pas! & quelle multitude de phénomènes plus étonnants encore ne résultent pas de la simple décomposition de la lumière! Phénomènes inconcevables, tant qu'on en ignore la cause : phénomènes si faciles à concevoir, dès qu'on en saisit le principe; mais dont l'Optique seule peut rendre raison!

S'il n'est point de Science plus digne d'exercer l'esprit, il en est peu d'aussi importante. Que d'avantages précieux elle nous procure! Non seulement elle remédie aux défauts de la vûe par les instruments qu'elle nous fournit; elle met encore à notre portée, & les objets qui sans elle nous échaperoient par leur éloignement, & les objets que leur petitesse nous déroberoit. Qui ne sait d'ailleurs ce que doivent à ces instruments la Gravure, l'Horlogerie, l'Histoire naturelle, la Chimie, la Physique, l'Astronomie,

la Navigation, dont les progrès intéressent si fort la Société? En faut-il davantage pour faire sentir l'importance de l'Optique?

A la tête des différents ouvrages publiés sur cette belle Science, on doit mettre le *Traité de Newton sur les couleurs*, Traité sublime, consacré depuis près d'un siècle par les suffrages de l'Europe savante : aussi a-t-il été traduit dans la plupart des Langues; mais par-tout on se plaint, & avec fondement, de l'obscurité & de l'infidélité des traductions qui ont paru jusqu'ici. Faut-il en être étonné? Pour y réussir, il falloit des Traducteurs également au fait des Langues & de l'Optique, réunion de connoissances qui se rencontre trop rarement.

De toutes les Traductions de ce Traité, aucune n'est aussi défectueuse que la Françoise. Infidèle & obscure, ôsons le dire, elle est encore servile

& barbare : à peine peut-on en parcourir de suite une seule page, lors même que l'ambiguïté de l'expression ne force pas à relire plusieurs fois le même passage pour en saisir le sens. A ces traits on doit reconnoître la Traduction de *Coste*. Étranger à la matière, peu versé dans les Langues, moins encore dans l'art d'écrire, il a servilement copié les tours de phrase de l'original, & conservé, avec une sorte d'affectation, une multitude de redites; négligences qui échapent assez souvent à un Écrivain de génie plein de son objet, mais qui sont insuportables dans une Traduction : de sorte qu'il a rendu, en termes toujours impropres & souvent inintelligibles, les sublimes idées de l'Auteur.

Ce seroit donc faire un présent précieux à tous ceux qui cultivent les Sciences, que de leur offrir une Traduction fidèle & élégante du *Traité*

des couleurs. Celle que nous publions a mérité l'approbation de l'Académie royale des Sciences, & elle ne peut être que l'ouvrage d'un Savant, également versé dans l'art d'écrire & familier avec les expériences de Newton.

Voici un léger apperçu de son travail.

Il a souvent rendu par un mot de longues périphrases.

Il a retranché une infinité de répétitions fastidieuses, qui ne servoient qu'à embrouiller la matière en fesant trainer les démonstrations.

Il a jeté en notes plusieurs définitions & observations, qui, intercalées dans le texte sous la forme de parenthèses, rompoient la chaîne des raisonnements.

Outre une multitude de remarques nécessaires à l'intelligence du texte, il a joint à l'Ouvrage un grand nombre de Planches, qui toutes sortiront du Livre, & dont aucune ne sera sur-

chargée de figures; avantage qui réunit l'agrément à la netteté.

Enfin il a tracé, dans des notes particulières, dont la plupart sont relatives à la théorie des lunettes achromatiques, les progrès que l'Optique a faits depuis Newton.

Aux avantages généraux attachés à ces retranchements de redites superflues, à ces transpositions de passages déplacés, à ces éclaircissements, & à ces additions de nouveaux articles, si on ajoûte les avantages particuliers qui en découlent, tels qu'une connexion plus parfaite de toutes les parties de l'Ouvrage, un plus beau dévelopement de la doctrine de l'Auteur, le tableau des progrès successifs de la Science; en un mot, si l'on fait attention que cette Science, rendue plus claire, deviendra en même temps plus aisée à concevoir & à retenir : peut-être verra-t-on dans tout cela (indé-

pendamment même de la sanction de l'Académie) de quoi justifier la confiance avec laquelle nous ôsons présenter cette Traduction au Public.

Quoiqu'elle soit particulièrement utile aux Opticiens-Géomètres, elle n'est pas moins nécessaire aux Chimistes & aux Physiciens. Ils trouveront dans le dernier Livre, non seulement le germe de toutes les expériences nouvelles sur les différentes espèces d'air, & sur la transmutation des éléments, dont on s'occupe si fort aujourdhui, mais encore d'admirables morceaux sur les affinités, branche si essencielle de la Physique & de la Chimie; sans parler d'une multitude de faits curieux, fonds inépuisable pour les Auteurs qui veulent travailler sur ces matières.

C'est sur-tout aux jeunes gens qui courent la carrière des Sciences, que cette Traduction doit être précieuse, par la facilité qu'elle leur donnera,

d'entendre le plus sublime ouvrage qui ait jamais paru sur les étonnants phénomènes de la lumière.

Dans un siècle où l'on cultive avec ardeur toutes les Sciences, un pareil ouvrage pourroit-il être indifférent aux Lecteurs de goût, qui veulent avoir une idée des merveilles de la vision?

Enfin le *Traité des couleurs* est un de ces ouvrages classiques, dont aucune Bibliothèque ne peut se passer; & cette Traduction nouvelle le rendra d'un plus grand prix encore aux amateurs des belles éditions.

NOTICE
DU TRADUCTEUR.

Voulant approfondir le Syftême de Newton fur les couleurs, & n'ayant pas l'original fous la main, je commençai à l'étudier dans quelques Traductions, dont je ne tardai pas à fentir les défauts. C'étoit peu d'y trouver des termes impropres, des redites éternelles; négligences toujours impardonnables: leur ftyle lâche, diffus, incohérent me fatiguoit à l'excès.

Dans l'efpoir d'éviter la perte irréparable d'un temps précieux, & de me fouftraire aux dégoûts inféparables d'une lecture laborieufe; j'eus recours à l'original, & je me mis à le tra-

duire. Ainsi, cette traduction, entreprise pour mon usage particulier, n'étoit pas destinée à voir le jour : je ne me suis même déterminé à la rendre publique, qu'en faveur des jeunes gens qui courent la carrière des Sciences. C'est bien mériter d'eux sans doute, que de leur rendre facile la lecture du plus estimé des ouvrages de Newton: & c'est peut-être travailler à la gloire de Newton même; que de mettre les Lecteurs judicieux en état de mieux l'apprécier.

Mais j'ai à rendre raison de mon travail. Deux ou trois mots suffiroient, s'il ne falloit pas commencer par quelques observations, qui au premier coup d'œil paroîtront étrangères au sujet; & qui pourtant sont indispensables.

Moins sensible que le François à la pureté

pureté & à l'élégance du ſtyle, l'Anglois s'attache plus particulièrement aux choſes. Ce ſeroit donc peu connoître la différence des goûts nationaux, que d'imaginer qu'il ſoit poſſible de faire une élégante traduction françoiſe de la plupart des ouvrages anglois, ſurtout des ouvrages ſcientifiques. Que ſeroit une traduction littérale de l'Optique de Newton? Abſorbé par l'importance de la matière, ce beau Génie ſemble n'avoir écrit que pour en conſacrer le fonds; ſans trop s'embarraſſer du choix des mots, & de l'ordre des idées, il a laiſſé courir ſa plume & s'en eſt tenu à ce premier jet.

Mais cette manière d'écrire, faite pour un Génie fécond & plein de ſon objet, eſt peu propre au développement de la Science, moins encore à la marche d'un traité élémentaire. Si la lecture de l'Optique de Newton peut

devenir agréable, ce n'eſt donc que dans une traduction libre.

Ainſi, j'ai rendu par des termes propres de longues périphraſes.

J'ai retranché une infinité de répétitions faſtidieuſes, qui ne ſervoient qu'à embrouiller la matière, en feſant traîner les démonſtrations.

J'ai jeté en notes pluſieurs définitions & obſervations, intercalées dans le texte ſous la forme de patenthèſes, & qui rompoient la chaîne des raiſonnements.

J'ai tranſpoſé quelques paſſages, qui ſuſpendoient trop long temps l'attention.

J'ai ménagé des tranſitions naturelles dans une multitude d'endroits,

où le génie de notre langue ne permettoit pas de passer brusquement d'une matière à une autre.

Enfin j'ai fondu dans le corps des démonstrations, les explications séparées des figures; hors d'œuvres, uniquement propres à fatiguer & à dégoûter les lecteurs, en fesant perdre à l'Auteur le mérite précieux d'une marche rapide.

Après avoir tiré l'or de la mine, il restoit à l'affiner; je me suis efforcé d'y parvenir, en rendant les idées de l'Auteur avec toute la clarté & la simplicité possible.

Quelque libre que soit cette traduction, elle n'en est pas moins fidèle; & j'ôse croire que les lecteurs instruits trouveront, que c'est la première fois que le fameux Traité des couleurs pa-

roît parmi nous en langage intelligible : peut-être encore ceux à qui cet ouvrage est le plus familier, surpris du nerf & de la rapidité entraînante des raisonnements de l'Auteur, ne pourront-ils se défendre d'admirer sa mâle Dialectique.

AVIS DE L'AUTEUR,

Sur la première édition Angloise, faite en 1704.

UNE partie de ce Traité fut écrite en 1675, à la prière de quelques Membres de la Société royale, & lue ensuite aux assemblées de cette Société. Douze ans après, voulant compléter la théorie de la lumière, j'ajoutai le reste, à l'exception du IIIe LIVRE, & de la dernière Proposition du LIVRE II.

Si j'ai différé si long temps l'impression de ce Traité, c'étoit crainte d'entrer en lice sur les matières qui en font l'objet : je l'aurois différée plus long temps encore, sans les instances de quelques amis, auxquelles il a fallu me rendre.

Quant aux autres écrits sur le même sujet, qu'on peut m'avoir arrachés ; ce ne sont que des pièces imparfaites, composées avant que j'eusse fait toutes les expériences contenues dans cet ouvrage, & que j'eusse acquis des connoissances certaines sur les loix de la réfraction & la formation des couleurs. Je publie maintenant ce que je crois en état de voir le jour ; mais je désire qu'il ne soit point traduit sans mon consentement.

J'ai tâché d'y rendre raison des couronnes colorées, qui paroissent quelquefois autour du Soleil & de la Lune : cependant comme je n'ai pas là-dessus un nombre suffisant d'observations, j'abandonne à d'autres l'examen particulier de ce phénomène. J'ai aussi laissé la matière du IIIe LIVRE imparfaite, faute d'avoir fait toutes les expériences que je m'étois proposé de faire, & d'en

avoir répété quelques-unes assez souvent pour pouvoir en expliquer toutes les circonstances.

En donnant ce Traité au Public, mon but est uniquement de lui faire part de ce que l'expérience m'a appris, laissant à d'autres le soin de couronner l'ouvrage.

AVIS DE L'AUTEUR,

Sur la seconde édition Angloise, faite en 1717.

J'AI retranché de cette édition les Traités Mathématiques imprimés à la fin de la première, comme pièces étrangères à un Traité d'Optique.

J'ai inséré quelques nouvelles questions à la fin du IIIe LIVRE. Et pour montrer que je ne regarde pas la pesanteur comme propriété essencielle aux corps, j'ai ajouté une question sur la cause de la pesanteur en particulier; manière d'écrire dont j'ai fait choix pour proposer mes idées, n'ayant pu encore les fixer à ma satisfaction, faute d'expériences.

TRAITÉ



TRAITÉ D'OPTIQUE

SUR LES RÉFLEXIONS, RÉFRACTIONS, INFLEXIONS, ET COULEURS DE LA LUMIÈRE.

LIVRE PREMIER.

PREMIÈRE PARTIE.

MON dessein n'est pas d'expliquer les propriétés de la lumière par des hypothèses; je me borne à les énoncer, pour les prouver ensuite par le raisonnement appuyé sur l'expérience;

mais il faut commencer par quelques *définitions* & quelques *axiomes indispensables*.

DÉFINITIONS.

I. DÉFINITION. *Je nomme RAYONS les moindres parties de la lumière, tant celles qui sont successives dans les mêmes lignes, que celles qui sont simultanées dans des lignes différentes.*

Il est évident que la lumière est composée de parties successives & de parties simultanées: puisqu'à chaque instant on peut arrêter celles qui tombent sur un même endroit, & laisser passer celles qui y tombent l'instant d'après; comme on peut, au même instant, les arrêter dans un endroit, & les laisser passer dans un autre. Or il est impossible que les parties interceptées & les parties transmises soient les mêmes. Ainsi, toute partie de lumière qui peut être arrêtée ou propagée seule, comme toute partie de lumière qui peut agir ou être affectée indépendamment des autres, est ce que j'appelle un *Rayon*.

II. DÉFINITION. *La réfrangibilité des rayons de lumière est leur disposition à être détournés*

de leurs directions, en passant d'un milieu dans un autre; & leur plus ou moins grande refrangibilité est leur disposition à être plus ou moins détournés de leurs directions, à égales incidences sur le même milieu.

Les Géomètres supposent ordinairement que les rayons de lumière sont des lignes qui s'étendent du corps lumineux au corps illuminé, & que la réfraction de ces rayons est la rupture de ces lignes à leur passage d'un milieu dans un autre. On peut très-bien considérer les rayons & leurs réfractions sous ce point de vûe, supposé que la lumière se propage instantanément : mais comme il paroît, par les équations des temps où les éclipses des Satellites de Jupiter arrivent, que la lumière emploie environ sept minutes dans son trajet du Soleil à la Terre; je me suis attaché à donner des définitions si générales des rayons & de leurs réfractions, qu'elles peuvent également convenir dans ces deux cas.

III. DÉFINITION. *La réflexibilité des rayons est leur disposition à être renvoyés du milieu sur lequel ils tombent dans le milieu d'où ils sont partis; & les rayons sont plus ou moins*

réflexibles, *suivant qu'ils sont renvoyés avec plus ou moins de facilité.*

Ainsi, en passant du verre dans l'air, si la lumière devient plus inclinée à la surface commune de ces milieux, elle commence à en être totalement réfléchie : or ces rayons sont les plus réflexibles, qui, à égales incidences, sont réfléchis en plus grande quantité ; ou qui, à une moindre inclinaison, commencent plus tôt à être réfléchis.

IV. DÉFINITION. *L'angle d'incidence est l'angle que forment, au point d'incidence, la ligne décrite par le rayon incident & la perpendiculaire à la surface réfléchissante ou réfringente.*

V. DÉFINITION. *L'angle de réflexion ou de réfraction est l'angle que forment, au point d'incidence, la ligne décrite par le rayon réfléchi ou réfracté & la perpendiculaire à la surface réfléchissante ou réfringente.*

VI. DÉFINITION. *Les sinus d'incidence, de réflexion, & de réfraction, sont les sinus des angles d'incidence, de réflexion, & de réfraction.*

VII. DÉFINITION. *Je nomme lumière simple, homogène, ou similaire, celle dont les rayons sont également réfrangibles ; lumière com-*

posée, hétérogène, ou dissimilaire, celle dont les rayons sont plus réfrangibles les uns que les autres.

Ce n'est pas que je prétende que la première soit homogène à tous égards : mais les rayons qui ne diffèrent pas en réfrangibilité, ne diffèrent non plus en aucune de leurs autres propriétés; propriétés qui feront l'objet de mon examen dans cet ouvrage.

VIII. DÉFINITION. *J'appelle simples & primitives, les couleurs des rayons homogènes; & je nomme composées, les couleurs des rayons hétérogènes.*

AXIOMES.

I. AXIOME. *Les angles d'incidence, de réflexion, & de réfraction sont dans un seul & même plan.*

II. AXIOME. *L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence.*

III. AXIOME. *Si un rayon rompu est renvoyé directement au point d'incidence, il sera rompu dans la ligne décrite par le rayon incident.*

IV. AXIOME. *Quand un rayon passe dans un milieu plus dense, il se réfracte en s'appro-*

chant de la perpendiculaire ; de sorte que l'angle de réfraction est plus petit que l'angle d'incidence.

V. AXIOME. *Le sinus d'incidence est au sinus de réfraction en raison donnée, exactement ou à très-peu près.*

Voilà pourquoi cette proportion, une fois connue dans une inclinaison particulière du rayon incident, peut l'être dans toutes les autres inclinaisons. Il est donc possible de déterminer la réfraction des rayons, quelle que soit leur incidence sur le même corps réfringent. Ainsi, lorsqu'un rayon rouge passe de l'air dans l'eau, le sinus d'incidence est au sinus de réfraction comme 4 à 3 : lorsqu'il passe de l'air dans le verre, ces sinus sont entre eux comme 17 à 11. Quant aux rayons de toute autre couleur, les sinus ont d'autres proportions ; mais la différence en est si petite, qu'il est rarement nécessaire d'en tenir compte.

Fig. 1. Supposé que RS représente la surface d'une eau tranquille, & que C soit le point d'incidence d'un rayon venant du point A placé dans la ligne AC : si je veux connoître la direction de ce rayon réfléchi ou réfracté, j'élève au

point d'incidence la perpendiculaire CP, que j'abbaiffe enfuite jufqu'en Q; & comme (d'après le I. AXIOME) le rayon réfléchi ou réfracté fe trouve dans le plan prolongé de l'angle d'incidence ACP, je fais tomber fur la perpendiculaire CP le finus d'incidence AD; puis je prolonge AD jufqu'en B, de forte que DB foit égal à AD; enfin je tire la ligne CB. C'eft cette ligne qui eft le rayon réfléchi; l'angle de réflexion BCP & fon finus BD étant égaux à l'angle & au finus d'incidence, conformément au II. AXIOME.

Maintenant pour avoir le rayon réfracté, je mène AD en H; de forte que DH foit à AD, comme le finus de réfraction eft au finus d'incidence, c'eft à dire relativement aux rayons rouges, comme 3 eft à 4. Enfuite ayant décrit par le rayon CA un cercle ABE autour du centre C & dans le plan ACP, je mène parallèlement à la perpendiculaire CPQ la ligne HE, qui coupe la circonférence en E; après quoi, je tire la ligne CE. C'eft cette ligne que décrit le rayon réfracté: car fi on mène EF perpendiculairement à la ligne PQ, EF fera le finus de réfraction du rayon CE, l'angle

de réfraction étant ECQ. Or EF est égal à DH; par conséquent il est au finus d'incidence AD ce que 3 est à 4.

Fig. 2. De même, pour savoir comment se réfractent des rayons aux faces d'un prisme (1) de verre : soit ABC un plan qui coupe ce prisme parallèlement à ses extrémités, à l'endroit même où ces rayons le traversent; & soit ED un des rayons incidents sur la première face AC. Cela posé, si le sinus d'incidence est au sinus de réfraction dans le rapport de 17 à 11, EF sera le rayon réfracté la première fois. Ensuite considérant ce rayon comme incident sur BC seconde face du prisme qu'il traverse, si le sinus d'incidence est au sinus de réfraction dans le rapport de 11 à 17, FG sera le rayon réfracté la seconde fois : car si le sinus d'incidence au passage des rayons de l'air dans le verre est au sinus de réfraction, comme 17 à 11; le sinus

(1) Un prisme est une masse de verre, terminée par deux triangles égaux & parallèles, & par trois faces planes & polies qui se rencontrent dans trois lignes parallèles, tirées des trois angles de l'un des triangles aux trois angles de l'autre.

d'incidence au passage des rayons du verre dans l'air doit être au sinus de réfraction, comme 11 à 17, conformément au III. Axiome.

Une (a) lentille convexe des deux côtés étant représentée par ACBD, si on veut savoir comment se réfractent les rayons qui d'un point Q tombent sur ce verre : après avoir pris QM pour un des rayons incidents sur un point quelconque M de la première surface de la lentille, qu'on élève une perpendiculaire au point M ; on aura, à raison du rapport des sinus (qui est celui de 17 à 11), MN pour le rayon réfracté la première fois. Que ce rayon soit considéré comme tombant sur N au sortir du verre ; on aura, à raison du rapport des sinus (qui est celui de 11 à 17), N*q* pour le rayon réfracté la seconde fois. Fig. 3.

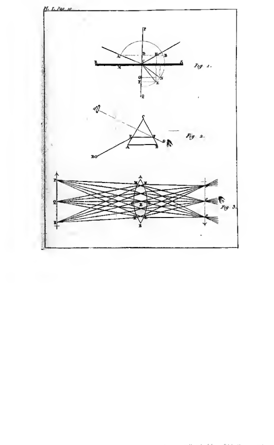
C'est par la même méthode qu'on peut trouver les réfractions, lorsque la lentille est convexe d'un côté, & plane ou concave de l'autre, ou lorsqu'elle est concave des deux côtés.

(a) Une lentille est une masse de verre plus ou moins épaisse, & sphériquement convexe ou concave des deux côtés, ou simplement d'un seul.

VI. AXIOME. *Les rayons homogènes, qui, de différents points d'un objet, tombent perpendiculairement ou à peu près sur une surface plane ou sphérique, réfléchissante ou réfringente, divergent ensuite d'autant d'autres points, ou deviennent parallèles à autant d'autres lignes, ou convergent à autant d'autres points; & cela avec exactitude, du moins sans erreur sensible. La même chose arrive lorsque les rayons sont réfléchis ou réfractés successivement par deux, trois, quatre, cinq surfaces, planes ou sphériques.*

Le point d'où les rayons divergent & où ils convergent peut être appelé leur foyer. Or le foyer des rayons incidents étant donné, on peut trouver celui des rayons réfléchis ou réfractés, en déterminant la réfraction de deux rayons quelconques, par la méthode précédente, ou par la méthode suivante qui est plus commode.

Fig. 4. I. CAS. Soient ABC une surface plane, réfléchissante ou réfringente, Q le foyer des rayons incidents, & Q*q*C une perpendiculaire à ce plan. Si cette perpendiculaire est prolongée jusqu'à *q*, de sorte que *q*C soit égal à QC; le point *q* sera le foyer des rayons réfléchis. Ou si *q*C est pris du même côté du plan que


P
A
D
H
B
R
C
S
M
Fig. 1.
O
N
F
E
Q
C
Fig. 2.
A
B
Fig. 3.

QC, & dans la proportion à QC qu'a le sinus d'incidence au sinus de réfraction; le point *q* sera le foyer des rayons réfractés.

II. CAS. Soient ACB la surface réfléchissante d'une sphère quelconque dont E est le centre, & EC un rayon de cette sphère coupé au point T. Si dans ce rayon vous prenez vers T les points Q & *q*, de sorte que TQ, TE, & T*q* soient des proportionelles continues, & que le point Q soit le foyer des rayons incidents; le point *q* sera le foyer des rayons réfléchis. Fig. 5.

III. CAS. Soient ACB la surface réfringente d'une sphère quelconque dont E est le centre, & EC un rayon de cette sphère. Prolongez de part & d'autre ce rayon: dans ses prolongements prenez les parties ET & C*t* égales entre elles, de sorte qu'elles soient à ce rayon dans la proportion du moindre des sinus d'incidence & de réfraction à la différence de ces sinus. Enfin trouvez dans la ligne prolongée deux points quelconques Q & *q*, tels que TQ soit à ET comme E*t* est à *tq* (*tq* pris dans un sens contraire depuis *t* à celui où TQ est pris depuis T): cela fait, si le point Q Fig. 6.

est le foyer des rayons incidents, le point q sera le foyer des rayons réfractés.

On peut trouver par la même méthode le foyer des rayons réfléchis ou réfractés deux, trois, quatre, cinq fois, &c.

Fig. 7. IV. CAS. Soit ACBD une lentille sphériquement convexe ou concave des deux côtés, ou simplement plane-convexe ou plane-concave. Soit CD l'axe (3) de la lentille. Et soient F & f les foyers des rayons réfractés pris (par la méthode précédente) dans cet axe prolongé, auquel les rayons incidents de part & d'autre sont parallèles. Cela posé : du centre E de la lentille, décrivez un cercle sur le diamètre Ff; ensuite prenez un point quelconque Q pour foyer des rayons incidents; tirez par E la ligne QE qui coupe le cercle en T & t; sur cette ligne prenez tq proportionnelle à tE, comme tE ou TE est proportionnelle à TQ (tq pris du côté opposé à celui où se trouve TQ par rapport à T) : & q sera le foyer des

(3) L'axe est la ligne qui coupe perpendiculairement les deux surfaces de la lentille.

rayons réfractés, du moins sans erreur sensible, pourvu que le point Q ne soit pas assez loin de l'axe, & que la lentille n'ait pas un assez grand diamètre pour que les rayons tombent trop obliquement sur les surfaces réfringentes.

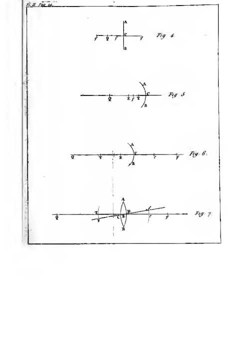
C'est par ces méthodes qu'on peut trouver la courbure des surfaces réfléchissantes ou réfringentes, propre à faire une lentille qui rassemble, en un endroit donné, les rayons venus d'un endroit donné.

L'axiome qui fait le sujet de cet article se réduit donc à la proposition suivante. Des rayons incidents sur une surface plane ou sphérique, réfléchissante ou réfringente, ceux qui convergent vers un point Q ou en divergent, une fois réfléchis ou réfractés, divergent du point *q* (trouvé par la méthode précédente), ou convergent vers ce point. Si les rayons incidents divergent de différents points Q ou y convergent; les rayons réfléchis ou réfractés divergeront d'autant d'autres points *q* (trouvés par la méthode précédente), ou convergeront vers ces points. La situation du point *q* fait connoître si les rayons réfléchis ou réfractés en divergent ou y convergent: car si ce point est du même

côté de la surface réfléchissante ou réfringente que le point Q, & si les rayons incidents divergent du point Q; alors ceux qui sont réfléchis convergeront vers le point *q*, & ceux qui sont réfractés divergeront de ce point. Mais si les rayons incidents convergent vers le point Q; réfléchis, ils divergeront du point *q*; réfractés, ils y convergeront. Le contraire arrivera, si *q* est de l'autre côté de la surface.

VII. AXIOME. *En quelque endroit que les rayons venus des différents points d'un objet, soient réunis par réflexion ou réfraction en autant de points correspondants; ils formeront une image de cet objet sur la surface où ils seront projetés.*

Fig. 3. Soient PR un objet extérieur, & AB un objectif adapté au volet d'une chambre obscure, pour faire converger au point *q* les rayons qui viennent d'un point quelconque Q de l'objet. Si on interpose une feuille de papier blanc en *q*, perpendiculairement à l'axe de l'objectif; on verra s'y peindre une image fidèle de cet objet. Car les rayons qui partent des autres points P & R, se réuniront en autant d'autres points


Pl. II. Pag. 24.
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7

correſpondants *p* & *r*, comme ceux qui viennent du point Q ſe réuniſſent au point *q* (conformément au VI. AXIOME). Ainſi, chaque point de l'objet illumine un point correſpondant ſur le papier, & la réunion de ces points y forme une image en tout ſemblable à l'objet, à cela près qu'elle eſt renverſée. Voilà d'où viennent les images qui paroiſſent au foyer des lentilles, lorſqu'on en reçoit les rayons dans un endroit obſcur.

De même lorſqu'on regarde un objet PQR, les rayons qui partent de ſes différents points ſouffrent de pareilles réfractions, en traverſant les tuniques & les humeurs de l'œil (c'eſt à dire, la cornée tranſparente EFG, & le cryſtallin AB); de ſorte, rendus convergents, ils ſe réuniſſent en autant de points au fond de l'œil, & tracent l'image de l'objet ſur la rétine qui tapiſſe ce fond. On ſait qu'ayant dépouillé l'œil de ſa membrane nommée ſclérotique, on peut voir diſtinctement les objets peints ſur la rétine. Ce ſont ces images qui, propagées par le mouvement le long des nerfs optiques juſqu'au cerveau, deviennent la cauſe de la viſion. Car ſuivant qu'elles ſont parfaites Fig. 8.

ou imparfaites, l'objet est vu parfaitement ou imparfaitement. Si les humeurs de l'œil ont quelque teinte particulière, comme cela arrive dans la jaunisse; les images tracées au fond de l'œil seront également teintes, & tous les objets paroîtront de cette couleur. Si ces humeurs, desséchées par l'âge, rendent la cornée & le crystallin moins convexes, alors les rayons trop peu réfractés, cessant de se réunir sur la rétine, concourront en quelque endroit au delà; l'image qu'ils traceront au fond de l'œil sera donc confuse, & l'objet ne sera pas apperçu distinctement. Voilà d'où vient l'affoiblissement de la vûe des personnes âgées : aussi ce défaut est-il corrigé par les lunettes, dont les verres suppléent à la diminution de convexité de l'œil; & comme ils augmentent la réfraction, les rayons rendus plus convergents se réunissent distinctement sur la rétine, lorsque ces verres ont le degré convenable de convexité. Le contraire arrive à ceux qui ont la vûe courte; car leurs yeux, déja trop convexes, armés de ces verres, n'en deviennent que plus propres à rendre la réfraction trop considérable : dans ce cas, les rayons se réunissent avant d'avoir atteint le

le fond de l'œil, & l'image tracée sur la rétine cesse d'être distincte, de même que la vision qui en résulte; à moins que l'objet ne soit assez rapproché de l'œil pour que les points de concours des rayons convergents tombent sur la rétine, ou que la trop grande convexité de l'œil ne soit corrigée au moyen d'un verre concave, ou enfin que l'œil applati par l'âge n'ait acquis de meilleures dimensions : car les myopes voient les objets éloignés plus distinctement dans leur vieillesse que dans leur jeunesse; aussi s'imagine-t-on que leur vue est de plus longue durée que celle des presbytes.

VIII. AXIOME. *Un objet vu par réflexion ou réfraction paroît à l'endroit d'où les rayons divergent après leur dernière réflexion ou réfraction, lorsqu'ils tombent sur l'œil.*

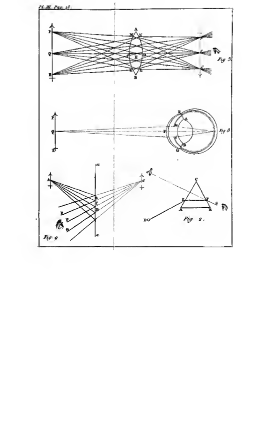
Si l'objet A est vu dans un miroir *mn*, il ne paroîtra pas en son vrai lieu, mais derrière le miroir en *a*, d'où les rayons AB, AC, AD venus d'un seul point de l'objet, après avoir été réfléchis aux points B, C, D, divergent du miroir en E, F, G; & d'où ils tombent sur Fig. 9.

l'œil. Car ces rayons tracent la même image sur la rétine, que s'ils étoient venus d'un objet réellement placé en *a* & vu sans miroir. C'est ainsi que se fait toujours la vision, en ce qui concerne le lieu & la figure des objets.

Fig. 9. Pareillement l'objet D, vu à travers un prisme, ne paroît pas en son vrai lieu D; mais en *d* dans la direction du rayon FG prolongé après la dernière réfraction.

Fig. 10. De même l'objet Q, vu au travers de la lentille AB, paroîtra en *q*, d'où les rayons divergent en venant de la lentille à l'œil. Or il faut observer que l'objet, vu de la sorte, paroît plus grand ou plus petit que s'il étoit vu immédiatement en Q; à raison de ce que l'image est plus ou moins éloignée de la lentille AB, que l'objet en Q n'en est éloigné lui-même.

Si l'objet est vu à travers deux, trois, quatre, cinq &c. verres convexes ou concaves; chaque verre formera une nouvelle image: or la place & la grandeur apparentes de l'objet seront déterminées par la dernière image. C'est de là que dépend la théorie des Microscopes & des Télescopes; car cette théorie consiste presque


Fig. 3.
Fig. 8.
Fig. 9
Fig. 2.

uniquement à déterminer la courbure des verres, propre à rendre l'image d'un objet aussi distincte, aussi étendue, & aussi lumineuse qu'elle peut l'être.

Voilà en peu de mots à quoi se réduisent nos connoissances optiques. Je vais travailler à les étendre; & si, dans le cours de mes recherches, j'établis quelques principes nouveaux, ils seront toujours fondés sur des vérités généralement admises. Au reste, cette exposition succincte servira d'introduction à mon ouvrage pour ces Lecteurs qui, sans être versés dans l'Optique, ont l'esprit juste & pénétrant. A l'égard de ceux à qui cette Science est familière & qui ont examiné des verres de lunettes, ils auront beaucoup moins de peine à me suivre.

PROPOSITIONS FONDAMENTALES.

PREMIÈRE PROPOSITION.

THÉORÈME I. *Les rayons qui diffèrent en couleur, diffèrent aussi en réfrangibilité.*

Propoſition dont la vérité eſt fondée ſur pluſieurs expériences.

Fig. 11. I. EXPÉRIENCE. Ayant pris un papier DGE, noir, épais, oblong, & terminé par des côtés parallèles, je le diſtinguai en deux parties égales au moyen d'une perpendiculaire FG. De ces parties je peignis l'une GE en rouge, l'autre DG en bleu, avec des couleurs foncées, afin que les phénomènes fuſſent plus ſenſibles. Puis je regardai ce papier à travers un priſme *a*B, ou plutôt à travers l'un des angles (que je nommerai angle réfringent), dont les deux côtés AB & BC, plans & bien polis, étoient inclinés entre eux d'environ 60 degrés.

Le papier ſe trouvoit devant une croiſée MN (4) parallèlement au priſme & à l'horiſon,

(4) La ligne tranſverſale étoit perpendiculaire au plan de la croiſée.

de sorte que la lumière qu'il recevoit de la croisée & la lumière qu'il réfléchissoit à l'œil faisoient des angles égaux. Au delà du prisme le dessous de la croisée étoit tendu de drap noir, & ce drap étoit entièrement dans l'obscurité, pour empêcher qu'il n'en vînt aucune lumière qui pût se mêler à celle que le papier réfléchissoit & obscurcir les phénomènes. Les choses étant ainsi disposées, j'observai que, si l'angle réfringent A*a* étoit tourné en haut de sorte que l'image fût élevée par la réfraction, la moitié bleue paroissoit plus haute que la moitié rouge : mais si l'angle réfringent étoit tourné en bas de sorte que l'image fût abaissée par la réfraction, la moitié bleue paroissoit plus basse que la moitié rouge. Dans ces deux cas, la lumière bleue transmise à l'œil à travers le prisme, souffrant une plus grande réfraction que la lumière rouge, est donc nécessairement plus réfrangible (5).

(5) J'ai fondu l'explication des Figures 11 & 12 dans la description des deux premières expériences, comme l'Auteur lui-même a eu soin de le faire dans la plupart de ses autres expériences. *Note du Traducteur.*

Fig. 12. II. EXPÉRIENCE. Autour de la bande de papier DE, peinte moitié en rouge moitié en bleu, je passai plusieurs fils déliés de soie très-noire, qui paroissoient comme autant d'ombres bien terminées. Ainsi enveloppée je l'appliquai contre un mur, de manière que la ligne transversale qui séparoit ces couleurs étoit perpendiculaire à l'horison. Fort près de l'extrémité inférieure de cette ligne, je plaçai la flamme d'une chandelle pour éclairer l'objet ; car l'expérience fut faite de nuit. Ensuite à 6 pieds, 1 ou 2 pouces de distance, j'élevai verticalement un objectif MN, de 51 lignes de diamètre, & de 6 pieds 1 ou 2 pouces de foyer. Puis je projetai sur un carton blanc les rayons réfléchis par le papier peint, & réfractés par l'objectif. Enfin, variant la distance du carton, je cherchai avec la plus grande attention les points où les lignes noires paroissoient se mieux tranchées, c'est à dire, les points où leurs images avoient la plus grande netteté ; & je trouvai que, lorsque l'une paroissoit distincte, l'autre paroissoit très-confuse. Or le point *Bi* où la bleue étoit la plus distincte se trouvoit de 18 lignes plus proche de l'objectif, que le point

HI où la rouge étoit la plus distincte. Donc, à incidences égales, les rayons bleus, concourant de cette quantité plus près de l'objectif que les rouges, étoient plus réfractés; d'où il suit qu'ils sont plus réfrangibles.

SCHOLIE. Les résultats ne changent point, quoiqu'on varie un peu ces expériences, soit en inclinant plus ou moins à l'horison le prisme & le papier, soit en traçant des lignes colorées sur du papier fort noir. Dans la description que j'en ai faite, j'ai marqué les circonstances qui peuvent rendre les phénomènes plus sensibles, ou instruire un Commençant à les répéter; circonstances d'ailleurs particulières à ma méthode. J'en userai souvent de la sorte dans la suite: ce qui soit dit en passant une fois pour toutes.

Au reste, il ne résulte pas des expériences précédentes que toute la lumière réfléchie par la partie du papier peinte en bleu, soit plus réfrangible que toute la lumière réfléchie par la partie peinte en rouge: car elles sont l'une & l'autre mêlées de rayons différemment réfrangibles: dans le rouge, il se trouve quelques rayons qui ne sont pas moins réfrangibles que

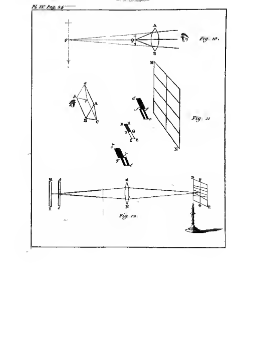
les bleus, & dans le bleu quelques rayons qui ne sont pas plus réfrangibles que les rouges. Mais ces rayons sont en fort petit nombre; & quoiqu'ils contribuent à rendre les résultats moins nets, ils ne sauroient les détruire. Si les teintes rouge & bleue du papier étoient plus foibles & moins foncées, les images seroient à moins de 18 lignes l'une de l'autre; & elles seroient à une distance plus considérable, si ces teintes étoient plus foncées & plus vives. Quoi qu'il en soit, ces expériences peuvent suffire quant aux couleurs des corps : à l'égard des couleurs prismatiques, la proposition qui fait le sujet de cet article sera confirmée par les expériences détaillées à l'article suivant.

SECONDE PROPOSITION.

THÉORÈME II. *La lumière du soleil est composée de rayons différemment réfrangibles.* (A).

Proposition dont la vérité est fondée sur plusieurs expériences.

III. EXPÉRIENCE. Ayant introduit un faisceau de rayons solaires dans une chambre fort obscure, par un trou rond de quatre lignes fait au volet de croisée, je le fis passer à travers un prisme


Fig. 10.
Fig. 11
Fig. 12

de verre pur, de manière que la réfraction les projetoit sur le mur au fond de la chambre, où ils traçoient une image colorée du soleil. En tournant de part & d'autre, mais lentement, le prisme sur son axe (6), qui étoit perpendiculaire aux rayons; je voyois l'image monter & descendre. Lorsqu'elle parut stationaire, entre ces deux mouvements opposés, je fixai le prisme; car alors les réfractions des rayons aux deux côtés de l'angle réfringent (c'est à dire, à leur entrée & à leur sortie), étoient égales entr'elles (7): ensuite je reçus cette image sur une feuille de papier blanc, perpendiculaire aux rayons; puis j'observai ses dimensions & sa figure. Oblongue, sans être ovale, elle étoit terminée assez nettement par deux côtés rectilignes & parallèles, mais confusément par deux bouts semi-circulaires, où la lumière, s'affoiblissant peu à peu, s'évanouissoit enfin tout

(6) L'axe est la ligne qui traverse le milieu du prisme d'un bout à l'autre, & parallèlement à ses côtés

(7) C'est à ce point que le prisme fut toujours fixé, lorsque je voulois que les réfractions aux deux côtés de l'angle fussent égales. Et c'est à ce point que tous les prismes furent fixés dans les expériences qui suivent, à moins que je n'indique quelque autre position.

à fait. La largeur de l'image colorée répondoit à celle du disque solaire; car à 18 pieds $\frac{1}{2}$ du prisme, elle étoit de 2 pouces $\frac{1}{8}$ environ, y compris la pénombre. Or, étant diminuée de tout le diamètre du trou fait au volet, c'est à dire, d'un quart de pouce, elle soutendoit au prisme un angle d'environ demi-degré, qui est le diamètre apparent du soleil. Mais la longueur de l'image étoit d'environ 10 pouces $\frac{1}{4}$, & celle des côtés rectilignes, d'environ 8 pouces, lorsque l'angle réfringent avoit 64 degrés. Quand cet angle étoit plus petit, la longueur de l'image étoit aussi plus petite, sa largeur demeurant la même. Si je tournois le prisme sur son axe, de manière à faire sortir les rayons plus obliquement de la seconde surface réfringente; bientôt l'image devenoit plus longue d'un ou de deux pouces; & elle s'accourcissoit d'autant, si je le tournois de manière à faire tomber les rayons plus obliquement sur la première surface réfringente. Aussi m'appliquai-je à donner au prisme la situation la plus propre à rendre égales entre elles les réfractions que les rayons souffroient à ses côtés. Celui dont je fis usage avoit quelques filandres qui s'étendoient d'un bout à l'autre, & qui dis-

perfoient irrégulièrement une partie des rayons folaires, mais fans augmenter fenfiblement la longueur du *fpectre*; dénomination que je donnerai à l'image colorée : car ayant répété l'expérience avec d'autres prifmes, les réfultats furent uniformes. Un prifme qui paroiffoit exempt de filandres, & dont l'angle réfringent étoit de 62° 30', forma une image d'environ 10 pouces en longueur, à la diftance de 18 pieds ½ du volet; la largeur du trou qui donnoit paffage aux rayons étant d'un quart de pouce. Mais comme il eft aifé de fe tromper fur la fituation convenable du prifme, je répétai quatre ou cinq fois l'expérience, & toujours la longueur de l'image fe trouva telle que je l'ai marquée. Avec un autre prifme d'un verre plus pur, d'un poli plus parfait, & dont l'angle réfringent étoit de 63° 30'; la longueur de l'image à la même diftance fe trouva environ de 10 pouces. Il eft vrai qu'à trois ou quatre lignes des extrémités de l'image, la lumière paroiffoit un peu purpurine; mais cette teinte étoit fi foible que je l'attribuai en grande partie à quelques rayons irrégulièrement difperfés par quelque inégalité dans la matière & le poli du prifme : auffi ne l'ai-je pas ajoutée aux mefures dont je viens

de parler. Au reste, la différente grandeur du trou fait au volet, la différente épaisseur du prisme à l'endroit où les rayons le traversent, & les différentes inclinaisons de son axe à l'horison, ne produisoient aucun changement sensible dans la longueur de l'image. La différente matière des prismes n'y en produisoit non plus aucun (B): car avec un prisme à eau, les réfractions furent égales. D'ailleurs, comme les rayons émergeoient du verre en ligne droite, ils avoient tous l'inclinaison réciproque qui donnoit (8) la longueur de l'image, c'est à dire, une inclinaison de plus de 2 degrés & ½. Suivant les loix connues de la Dioptrique, il n'étoit pourtant pas possible qu'ils fussent si fort inclinés l'un à l'autre. Car soient E G le volet; F le trou qui donne passage au faisceau de rayons; A B C le prisme vu par un de ses bouts; X Y le soleil; M N le papier blanc sur lequel est projetée l'image
Fig. 13. solaire P T, dont les côtés parallèles *v* & *w* sont

(8) J'ai mesuré la longueur de l'image depuis le rouge extérieur le plus foible à l'une des extrémités, jusqu'au bleu extérieur le plus foible à l'autre extrémité; à part une petite pénombre, dont la largeur excédoit à peine trois lignes, comme je l'ai observé plus haut.

rectilignes, & les extrémités P & T semi-circulaires. Soient aussi Y K H P, & X L J T, deux rayons, dont le premier, allant de la partie inférieure du soleil à la partie supérieure de l'image, est réfracté par le prisme en K & H; & le dernier, allant de la partie supérieure du soleil à la partie inférieure de l'image, est réfracté en L & J. Cela posé, il est clair que la réfraction en K étant égale à la réfraction en J, & que la réfraction en L étant égale à la réfraction en H; les réfractions totales des rayons incidents en K & L, sont égales aux réfractions totales des rayons émergents en H & J: d'où il suit, (en ajoutant choses égales à choses égales) que les réfractions en K & H, prises ensemble, sont égales aux réfractions en J & L, prises ensemble: par conséquent, les deux rayons, supposés également réfractés, devroient conserver, après leur émergence, l'inclinaison qu'ils avoient avant leur incidence, c'est à dire, l'inclinaison d'un demi-degré, diamètre apparent du soleil.

La longueur de l'image soutendroit donc au prisme un angle d'un demi-degré, elle seroit donc égale à la largeur $v\,w$: ainsi, l'image seroit ronde.

Ce qui arriveroit infailliblement, si les deux rayons X L J T, & Y K H P, & tous les autres qui concourent à former l'image P*w* T*v*, étoient également réfrangibles. Mais puisqu'elle est environ cinq fois plus longue que large, les rayons portés par la réfraction à son extrémité supérieure P, doivent être plus réfrangibles que les rayons portés à son extrémité inférieure T, si toutefois leur inégalité de réfraction n'est pas accidentelle. Or l'image P T étant rouge à son extrémité supérieure, violette à son extrémité inférieure, & jaune, verte, bleue dans l'espace intermédiaire; il suit nécessairement que les rayons qui diffèrent en couleur, diffèrent aussi en réfrangibilité.

IV. EXPÉRIENCE. Ayant reçu le trait solaire introduit dans la chambre obscure, sur un prisme placé à quelques pieds du volet, de manière que l'axe fût perpendiculaire aux rayons incidents; je regardai à travers le prisme, le tournant de part & d'autre sur son axe, pour faire monter & descendre l'image du trou. Lorsqu'elle me parut stationaire, je fixai le prisme, afin que les réfractions aux deux côtés de

l'angle réfringent fussent égales. Puis examinant l'image réfractée du trou, j'observai que sa longueur surpassoit de beaucoup sa largeur, & que la partie la plus réfractée paroissoit violette, que la moins réfractée paroissoit rouge, & que les parties intermédiaires paroissoient bleue, verte, jaune.

Les mêmes phénomènes reparurent, lorsqu'ayant porté le prisme à l'œil, je regardai le trou éclairé par la lumière du ciel. Or si les rayons se réfractoient régulièrement, suivant certain rapport entre les sinus d'incidence & de réfraction, comme on le suppose communément, l'image réfractée feroit ronde.

Il est donc prouvé par ces deux expériences, qu'à incidences égales, les rayons se réfractent très-inégalement. Mais d'où vient cette inégalité de réfraction? De ce que les rayons incidents sont (constamment ou fortuitement) plus réfractés les uns que les autres, ou de ce que le même rayon est fendu, dissipé, & éparpillé en plusieurs rayons divergents, comme le suppose Grimaldo. Quelle est la vraie de ces deux causes? C'est ce qui paroitra par les expériences qui suivent.

V. EXPÉRIENCE. Si (dans la III. Expérience) l'image réfractée du soleil avoit pris une forme oblongue par la dilatation de chaque rayon, ou par quelque autre cause accidentelle; cette image, étant de nouveau réfractée latéralement, s'étendroit en largeur dans la même proportion. Voulant savoir à quoi m'en tenir là-dessus, je plaçai deux prismes immédiatement l'un après l'autre, de manière que leurs axes se coupoient à angles droits. Ainsi, le trait solaire étoit réfracté de bas en haut par le premier, de côté par le second : cependant la largeur de l'image n'augmenta point; mais dans les deux prismes les rayons de sa partie violette paroissoient souffrir de plus grandes réfractions que les rayons de sa partie rouge.

Fig. 14. Pour le démontrer, je suppose que S soit le soleil; F, le trou fait au volet; A B C, le premier prisme; D H, le second prisme; Y, l'image ronde du soleil, produite par le trait direct; PT, l'image oblongue du soleil, produite par ce trait transmis à travers le premier prisme, & *pt*, l'image oblongue du soleil, produite par ce trait transmis à travers le second prisme. Cela posé, si les rayons qui tendent vers les différents points de l'image

l'image ronde Y, une fois réfractés par le premier prisme, cessoient de tendre vers les mêmes points, & se fendoient, s'éparpilloient, se changeoient chacun en une file de rayons divergents, formant un même plan avec les angles d'incidence & de réfraction, de manière qu'ils se répandissent sur autant de lignes de ces plans menées presque d'un bout à l'autre de l'image PT; il est évident que ces rayons réfractés latéralement par le second prisme, ne feroient pas moins dilatés & éparpillés de côté; d'où résulteroit une image quarrée $\pi\tau$. Pour rendre la démonstration plus complette encore, je distingue l'image PT en cinq parties égales, PQK, KQRL, LRSM, MSVN, NVT; & je fais ce raisonnement : si les rayons étoient fendus par la réfraction, ils se disperseroient chacun sur un espace triangulaire, en divergeant du point où ils se réfractent; ainsi, leurs réfractions aux surfaces du second prisme les disperseroient d'un côté, autant que leurs réfractions aux surfaces du premier prisme les auroient dispersés de l'autre; l'image totale ne feroit donc pas moins étendue en largeur qu'en longueur. Or la même cause, en vertu de laquelle les rayons de l'image

orbiculaire Y, dilatés par le premier prisme, viendroient à former l'image oblongue PT, feroit que les rayons de sa partie PQK, qui occupe un espace égal en longueur & en largeur à l'image orbiculaire, étant dilatés par le second prisme, viendroient aussi à former l'image oblongue $\pi q x p$; tandis que les rayons de la partie KQRL formeroient l'image oblongue $k q r l$, & que les rayons des parties LRSM, MSVN, NVT, formeroient autant d'autres images oblongues $l r s m$, $m s v n$, $n v t \tau$: ainsi, toutes ces images oblongues, rangées latéralement, composeroient l'image quarrée $\pi \tau$. Mais au lieu d'être élargie par le second prisme, l'image PT devient seulement oblique, comme $p t$, l'extrémité supérieure ou violette P, étant transportée par la réfraction à une plus grande distance que l'extrémité inférieure ou rouge T. Donc, à incidences égales, les rayons violets, étant plus réfractés que les rayons rouges & par le second prisme & par le premier, sont nécessairement plus réfrangibles.

Ayant mis un troisième prisme après le second, & un quatrième après le troisième, pour que l'image pût être plusieurs fois réfractée latéra-

lement ; les mêmes phénomènes eurent lieu. C'est donc à juste titre que ces rayons, constans à être plus réfractés que les autres, sont réputés plus réfrangibles.

Mais afin de mieux faire sentir la raison des résultats de cette Expérience, il est bon d'observer que les rayons également réfrangibles tombent tous sur un cercle ou espace orbiculaire qui répond au disque du soleil, conformément à la III. EXPÉRIENCE. Ainsi, en supposant que les différentes espèces de rayons sont successivement propagées de ce disque entier; soit AG, le cercle peint sur un plan par les plus réfrangibles; EL, le cercle peint par les moins réfrangibles; Fig. 15. & BH, CJ, DK, les cercles peints par autant d'espèces de rayons intermédiaires. D'ailleurs, imaginez qu'il y a d'autres cercles intermédiaires innombrables, que d'innombrables espèces intermédiaires de rayons peindroient successivement sur ce plan, si le soleil envoyoit tour à tour chacune de ces espèces : mais comme il les envoie toutes à la fois, elles peignent une multitude innombrable de cercles égaux, qui, placés à la suite les uns des autres suivant leurs degrés de réfrangibilité, forment l'image oblongue PT de la

Fig. 14 & 15. III. EXPÉRIENCE. Or, si l'image circulaire Y, que forment les rayons directs du soleil, étoit changée en image oblongue PT, par la dilatation de chacun de ces rayons, ou par quelque irrégularité qui tînt aux réfractions du premier prisme, il arriveroit, par les réfractions latérales du second prisme, que chaque cercle AG, BH, CJ, &c. de cette image feroit pareillement changé en figure oblongue; ce qui rendroit la largeur de l'image PT égale à sa longueur: ainsi, les réfractions réunies des deux prismes formeroient la figure quarrée $p\pi t\tau$, décrite plus haut. Puis donc que les réfractions latérales n'augmentent point la largeur de l'image PT, il est certain que les rayons ne sont ni fendus, ni dilatés, ni dispersés irrégulièrement par la réfraction; mais que chaque cercle est transporté tout entier en un autre endroit, au moyen d'une réfraction régulière & uniforme; le cercle AG en ag, par la plus grande réfraction; le cercle BH en bh, par une moindre réfraction; le cercle CI en ci, par une réfraction plus petite; ainsi du reste. Voilà pourquoi une nouvelle image pt, inclinée à la précédente PT, est composée de pareils cercles rangés en droite ligne; car les

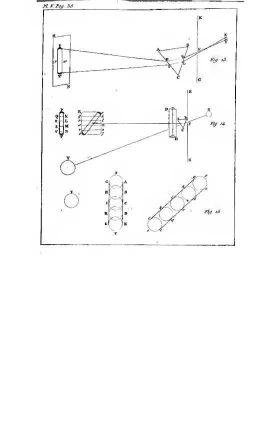
images Y, PT, & *pt* ont la même largeur à égales distances du prisme.

D'une autre part, considérant que la largeur du trou F, qui donne passage au faisceau dans la chambre obscure, occasionne autour de l'image Y une pénombre, qui tombe sur les côtés rectilignes des images PT & *pt*; je mis devant ce trou l'objectif d'un télescope, afin de porter distinctement l'image du soleil en Y sans aucune pénombre. Par ce moyen, la pénombre des côtés rectilignes des images oblongues PT & *pt* disparut, & ils furent terminés aussi distinctement que la circonférence de la première image Y. Ce qui arrive pareillement lorsque les prismes sont exempts de filandres, & que leurs côtés sont bien plans, bien polis. La pénombre étant supprimée, j'inférai, avec plus de certitude, que les rayons de chacun de ces cercles sont réfractés d'une manière régulière & uniforme en vertu d'une loi constante : autrement, les lignes AE & GL, que chacun de ces cercles touche dans l'image PT, étant portées par la réfraction du second prisme sur les lignes *ae* & *gl*, ne pourroient pas coincider; & elles feroient voir quelque pénombre, quel-

que courbure, quelque ondulation, ou quelque autre confusion sensible causée par les rayons inégalement réfractés des bords de chaque cercle.

Mais comme il n'y a point de confusion dans ces lignes droites, il n'y en a point non plus dans les cercles; & comme la distance entre ces tangentes n'est pas augmentée par les réfractions, le diamètre des cercles n'est pas augmenté non plus. Ces tangentes continuent de former des droites parallèles; & les rayons de chaque cercle, qui sont plus ou moins réfractés par le premier prisme, sont réfractés proportionnellement par le second. Enfin comme les mêmes résultats ont lieu, lorsque les rayons sont réfractés latéralement par un troisième & un quatrième prisme; il est évident que les rayons d'un seul & même cercle, sont constamment homogènes entre eux, par rapport à leur degré de réfrangibilité: tandis que les rayons de différents cercles diffèrent en degrés de réfrangibilité dans une proportion constante & déterminée. Ce que j'avois entrepris de démontrer.

Au reste, il y a une ou deux particularités


Fig 13.
Fig 14
Fig 15

qui rendent plus démonſtratifs encore les réſultats de cette Expérience. Que le ſecond priſme DH ſoit placé à égale diſtance du premier & du plan où l'image oblongue PT eſt projetée, de façon que les rayons émergents de celui-ci tombent ſur celui-là parallèlement à ſa longueur, ſous la forme $\pi\tau$, & qu'ils ſoient réfractés latéralement pour peindre ſur le mur l'image oblongue *pt*; on trouvera toujours que l'image *pt* eſt inclinée à l'image PT, les extrémités (9) violettes P & *p* étant plus éloignées l'une de l'autre, que les extrémités rouges T & *t*: par conſéquent les rayons de l'extrémité violette π de l'image $\pi\tau$, qui dans le premier priſme ſouffrent une plus grande réfraction que les autres rayons, ſouffrent auſſi dans le ſecond priſme une plus grande réfraction proportionnelle. Fig. 16.

La même choſe a lieu, en introduiſant les rayons du ſoleil dans une chambre obſcure par deux petits trous ronds F & φ faits au volet, Fig. 17.

(9) Ici, comme en pluſieurs autres endroits du texte, le mot *bleu* eſt à la place du mot *violet*. *Note du Traducteur.*

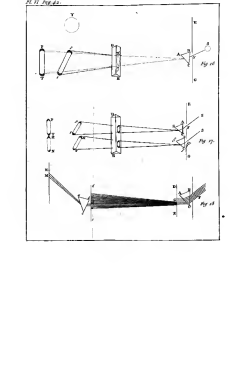
l'un au dessus de l'autre; & en plaçant parallèlement deux prismes ABC & $\alpha\beta\gamma$ au devant de chaque trou, de manière que les rayons réfractés & projetés sur le mur, peignent deux images colorées & perpendiculaires PT & MN, l'extrémité rouge T de l'une touchant l'extrémité violette M de l'autre. Or, si ces deux traits sont réfractés par un troisième prisme croisant les deux premiers, de sorte que les images soient portées de côté sur le mur, l'image PT en *pt*, & l'image MN en *mn*; elles ne se trouveront plus sur une droite, mais séparées l'une de l'autre & comme parallèles; l'extrémité violette *m* de l'image *mn*, étant portée par la réfraction plus loin de sa première place MT, que l'extrémité rouge *t* de l'image *pt* ne l'est de la même place MT. Ce qui rend la proposition incontestable.

Au surplus les phénomènes ne changent point, quoique le troisième prisme DH soit près ou loin des deux autres; de sorte que la lumière réfractée par les deux premiers tombe sur le troisième, ou blanche & orbiculaire, ou colorée & oblongue.

VI. EXPÉRIENCE. Ayant introduit dans ma chambre obscure un gros faisceau de rayons solaires, par un trou fait au volet, je le fis tomber sur un prisme peu distant ABC, de manière à projeter le spectre au fond de la chambre. Proche de ce prisme j'élevai verticalement une planche mince DE, percée en G d'un trou rond de quatre lignes, afin de transmettre une partie de la lumière réfractée. Ensuite, environ à 12 pieds de cette planche, j'en élevai une autre *de* percée en *g* d'un pareil trou, afin de ne donner passage qu'à une partie de la lumière incidente. Immédiatement après le dernier trou, je fixai un second prisme *abc* pour réfracter les rayons transmis. Alors je revins promptement au premier : & le tournant peu à peu sur son axe, je fis monter & descendre l'image projetée sur la seconde planche, ensorte que les rayons de toutes ses parties pouvoient passer successivement par le trou de cette planche, & tomber sur le prisme qui étoit derrière : en même temps je marquai sur le mur opposé les endroits MN où tomboit chaque espèce de rayons, après avoir été réfractés par le second prisme ; & tandis que le premier tournoit sur Fig. 18.

ſon axe, je remarquai que ces endroits placés au deſſus l'un de l'autre changeoient ſans ceſſe. Par leurs hauteurs reſpectives, je trouvai conſtamment que les rayons violets, qui avoient ſouffert la plus grande réfraction dans le premier priſme, ſouffroient auſſi la plus grande réfraction dans le ſecond priſme; & ainſi des autres eſpèces. Cela ſe paſſoit de la ſorte, ſoit que les axes des deux priſmes fuſſent parallèles, ſoit qu'ils fuſſent inclinés l'un à l'autre & à l'horiſon, à angles donnés quelconques. Puis donc que les planches & le ſecond priſme étoient immobiles, l'incidence des rayons hétérogènes étoit égale dans tous ces cas. Cependant les rayons étoient plus réfractés les uns que les autres: or ceux qui étoient le plus réfractés par le ſecond priſme, étoient auſſi le plus réfractés par le premier; ils peuvent donc, à juſte titre, être réputés plus réfrangibles. Ce qui prouve la *première Propoſition* auſſi bien que la *ſeconde*.

VII. EXPÉRIENCE. Ayant fait au volet de croiſée deux trous près l'un de l'autre, au devant de chacun je plaçai un priſme pour for-


Pl. VI Pag. 42.
Fig 16
Fig 17.
Fig 18

mer sur le mur opposé deux images solaires, oblongues & colorées. Peu loin du mur, je mis ensuite une bande de papier, longue, étroite, à bords droits & parallèles : puis je disposai les prismes & le papier, de manière que la partie rouge de l'une des images & la partie violette de l'autre tombassent chacune sur une moitié de la bande, ainsi, le papier paroissoit de deux couleurs, rouge & violet, à peu près comme celui des deux premières expériences. Derrière ce papier j'étendis un drap noir, de crainte que les résultats de l'expérience ne fussent troublés par quelque lumière réfléchie de dessus le mur. Alors regardant à travers un troisième prisme parallèle au papier; la moitié éclairée par les rayons violets parut séparée de l'autre moitié par une plus grande réfraction, sur-tout lorsque je m'en éloignois considérablement : car lorsque je regardois de trop près, les deux moitiés du papier ne paroissoient plus totalement séparées, mais contigues par un de leurs angles, comme le papier de la I. EXPÉRIENCE. La même chose arrivoit, lorsque je me servois d'un papier trop large.

Quelquefois, au lieu de papier, j'employois

un fil blanc DG, illuminé de D en E par des rayons violets, & par des rayons rouges de E en G. Vu à travers un prisme, ce fil parut divisé en
Fig. 19. deux fils parallèles *de* & *fg*. Si une moitié du fil se trouvoit constamment illuminée de rouge, tandis que l'autre moitié étoit successivement illuminée de l'une des couleurs prismatiques (ce qui s'effectuoit en faisant tourner l'un des prismes sur son axe, l'autre restant immobile); la dernière illuminée de rouge, paroissoit sur une même droite avec la première: mais elle commençoit à s'en écarter dès qu'elle étoit illuminée d'orangé; puis elle s'en écartoit de plus en plus, lorsqu'elle étoit illuminée de jaune, de vert, de bleu, d'indigo, & de violet foncé. Preuve évidente que les rayons de différentes couleurs sont proportionnellement plus réfrangibles les uns que les autres dans l'ordre qui suit, à commencer par les moins réfrangibles; rouges, orangés, jaunes, verts, bleus, indigos, & violets foncés. Ce qui ne prouve pas moins la *première que la seconde Proposition*.
Fig. 17. D'autres fois, je disposai les images colorées PT & MN, projetées au fond de la chambre obscure par la réfraction des deux prismes, de

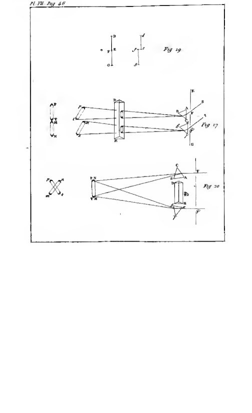
maniére qu'elles étoient bout à bout sur une même ligne droite, comme dans la V. EXPÉRIENCE. Puis regardant ces images à travers un troisiéme prisme parallèle à leur longueur, elles parurent entiérement séparées l'une de l'autre & sur deux lignes comme *pt* & *mn*; l'extrémité violette *m* de l'image *mn* étant transportée par une plus grande réfraction plus loin de sa place MT, que l'extrémité rouge *t* de l'image *pt*.

D'autres fois encore, je disposai ces images PT & MN, de maniére qu'elles coïncidèrent, leurs teintes se trouvant placées en ordre inverse: ainsi, l'extrémité rouge de l'une tomboit sur l'extrémité violette de l'autre, comme PTMN. Ensuite les ayant regardées à travers un prisme tenu parallèlement à leur longueur, elles ne parurent plus coïncidentes; mais sous la forme de deux images distinctes *pt* & *mn*, qui se croisoient par le milieu, comme les jambages de la lettre X. D'où il paroît que les rayons rouges de l'une, & les rayons violets de l'autre, qui coïncidoient en PN & MT, (ayant été séparés par une plus grande réfraction du violet en *p* & *m*, que du rouge en *n* & *t*) sont différemment réfrangibles. Fig. 20.

Ayant pris un petit disque de papier blanc, je le couvris successivement tout entier des rayons mêlés de deux spectres. Illuminé par les rouges de l'un & les violets de l'autre, il paroissoit teint en pourpre : alors je le regardai (d'abord de près, puis de loin) à travers un troisième prisme ; & à mesure que je m'éloignois du papier, l'image cessoit de paroître unique, en vertu de l'inégale réfraction des deux espèces de rayons mêlés ensemble ; ensuite elle se partagea en deux images distinctes, l'une rouge, l'autre violette : celle-ci, plus éloignée du papier, avoit conséquemment souffert une plus grande réfraction.

Lorsque le prisme qui projetoit des rayons violets sur le papier fut ôté, l'image violette s'évanouit ; & lorsque l'autre prisme fut ôté, l'image rouge s'évanouit à son tour : ce qui fait voir que ces deux images n'étoient produites que par des rayons de deux spectres, confondus sur le papier teint en pourpre, & séparés par leurs réfractions inégales, que causoit le troisième prisme au travers duquel on regardoit le papier.

Une autre chose digne de remarque, c'est qu'en tournant sur son axe l'un des prismes placés proche du volet, (celui, par exemple, qui


Pl VII Pag 46
Fig 19
Fig 17
Fig 20

jetoit du violet sur le papier), pour que toutes les couleurs, savoir, le violet, l'indigo, le bleu, le vert, le jaune, l'orangé, & le rouge, tombassent successivement sur le papier ; l'image violette passoit successivement à l'indigo, au bleu, au vert, au jaune, & approchoit de plus en plus de l'image rouge produite par l'autre prisme, jusqu'à ce qu'étant rouge à son tour, les deux images coïncidèrent parfaitement.

Enfin je plaçai deux disques de papier à très-petite distance, l'un sur la partie rouge & l'autre sur la partie violette des spectres projetés bout à bout. Ces disques avoient chacun un pouce de diamètre : derrière eux, le mur étoit couvert de drap noir, afin que l'expérience ne fût point troublée par quelque lumière étrangère. Ainsi illuminés, je les regardai à travers un prisme, tenu de manière que la réfraction se fit vers le rouge ; & à mesure que je m'éloignois, les cercles s'approchoient l'un de l'autre, puis ils devenoient coïncidents. Enfin, ils se séparèrent de nouveau, & dans un ordre inverse, le violet étant transporté au delà du rouge par une plus grande réfraction.

VIII. EXPÉRIENCE. En été, saison où la

lumière du soleil a le plus d'énergie, je reçus, comme dans la III. EXPÉRIENCE, un faisceau de rayons sur un prisme, placé de façon que l'axe en fût parallèle à celui de la Terre. A l'endroit du mur où tomboit le spectre, je fixai un livre ouvert. Ensuite à 6 pieds 2 pouces de distance, j'élevai verticalement un objectif de 6 pieds 2 pouces de foyer, afin de projeter sur un papier blanc les rayons réfractés, pour y peindre l'image des caractères illuminés de la sorte. Puis, ayant fixé l'objectif, je marquai l'endroit où étoit le papier, lorsque les caractères illuminés par le rouge le plus vif étoient peints avec le plus de netteté. Après quoi j'attendis que, par le mouvement du soleil, toutes les autres couleurs du spectre, depuis ce rouge jusqu'au milieu du bleu, tombassent tour à tour sur ces caractères. Lorsqu'ils furent illuminés par le bleu, je marquai l'endroit où étoit le papier, quand leur image avoit le plus de netteté; & je trouvai que dans ce dernier cas le papier étoit de 30 ou 33 lignes plus proche de l'objectif que dans le premier cas: les rayons violets du spectre se trouvoient donc d'autant plus tôt rassemblés par la réfraction que les rayons rouges. Au reste, en faisant cette expérience,

rience, j'eus soin d'obſcurcir la chambre le mieux qu'il me fut poſſible : car les couleurs venant à être affoiblies par le mélange de quelque lumière étrangère, la diſtance entre les foyers des rayons de différentes couleurs n'eſt plus auſſi grande.

Dans la II. EXPÉRIENCE, où j'employai des couleurs de corps naturels, cette diſtance n'étoit que de 18 lignes, à cauſe de l'imperfection de ces couleurs. Mais ici où j'employai les couleurs du ſpectre, qui ſont ſans contredit plus vives & plus fortes, la diſtance étoit de 33 lignes ; & ſi ces couleurs étoient plus vives encore, je ne doute pas que cette diſtance ne fût encore plus conſidérable : car l'interpoſition des cercles décrits dans la V. EXPÉRIENCE, de même que les reflets de la lumière du ciel, & les rayons diſperſés par les inégalités à la ſurface du priſme, altéroient ſi fort les couleurs du ſpectre, que les images des caractères illuminés par l'indigo & le violet (couleurs foibles & obſcures), projetées ſur le papier, n'étoient pas aſſez marquées pour être vues diſtinctement.

IX. EXPÉRIENCE. Après avoir fait paſſer à travers un priſme ABC (dont les angles B & C à la baſe étoient chacun de 45°), le faiſceau ſolaire Fig. 21.

F M, de maniere qu'il tombât perpendiculairement à la premiere surface AC, se réfléchir en M à la base, & sortir perpendiculairement à la seconde surface AB; je tournai lentement ce prisme sur son axe, jusqu'à ce que tous les rayons qui avoient été réfractés par un de ses angles C, eussent commencé à se réfléchir à la base, d'où jusqu'alors ils avoient émergé du prisme; & j'observai que les rayons les plus réfractés MH, étoient aussi les premiers à se réfléchir totalement. De-là je conjecturai que les rayons les plus réfrangibles se trouvoient d'abord en plus grand nombre que les autres dans la lumiere réfléchie, où les autres se trouvoient ensuite en aussi grand nombre. Pour vérifier cette conjecture, je fis passer le faisceau réfléchi MN à travers un second prisme VXY, & je le fis tomber à quelque distance sur une feuille de papier blanc, où les couleurs ordinaires du spectre se peignirent au moyen de cette nouvelle réfraction. Après quoi, tournant le premier prisme sur son axe, suivant l'ordre des lettres A, B, C, j'observai que les rayons violets & les rayons bleus MH, qui avoient souffert la plus grande réfraction, sortoient

toujours plus obliquement. Dès qu'ils commencèrent à être totalement réfléchis, la lumière bleue & violette Np projetée sur le papier, & qui étoit la plus réfractée par le second prisme, reçut un accroissement sensible, & domina sur le rouge & le jaune, dont les rayons Nt étoient moins rompus. Puis, lorsque le reste des rayons, savoir les verts, les jaunes, & les rouges MG, commencèrent à être totalement réfléchis par le premier prisme, les couleurs analogues peintes sur le papier reçurent un aussi grand accroissement que celui qu'avoient reçu la violette & la bleue. D'où il suit évidemment que le faisceau MN des rayons réfléchis par la base du prisme, étant augmenté d'abord par les plus réfrangibles, puis par les moins réfrangibles, est composé de rayons de réfrangibilité différente. Or, que cette lumière réfléchie soit de même nature qu'elle étoit avant son incidence à la base du prisme, c'est sur quoi personne n'éleva jamais le moindre doute, tout le monde tombant d'accord qu'une pareille réflexion n'apporte aucun changement à la lumière, ni dans ses propriétés, ni dans ses modifications.

D 2

Je ne considère point ici la réfraction de la lumière aux surfaces du premier prisme; il est évident qu'elle y est nulle, puisque la lumière y entre & en sort perpendiculairement. Or la lumière incidente du soleil, étant de même nature que la lumière émergente, doit être pareillement composée de rayons différemment réfrangibles.

Fig. 22. X. EXPÉRIENCE. De deux prismes ABC & BCD égaux & liés ensemble, ayant formé un parallélipipède, j'y reçus un petit faisceau de rayons solaires FM, à quelque distance du trou F qui leur donnoit passage; mais de manière que les axes des prismes fussent perpendiculaires aux rayons incidents, & que ces rayons entrant par le côté AB pussent sortir par le côté CD. Or, en vertu de leur parallélisme, ces côtés rendoient la lumière émergente parallèle à l'incidente.

Au-delà de ces prismes, j'en plaçai un troisième HIK, pour réfracter le faisceau émergent, & projeter l'image colorée PT au fond de la chambre, sur le mur ou sur une feuille de papier blanc placée à distance convenable.

Après cela, je tournai le parallelipipède sur son axe, suivant l'ordre des lettres A, C, D, B. Lorsque les côtés contigus BC & CB des prismes furent devenus si obliques aux rayons incidens FM, que ces rayons commencèrent à être réfléchis : je trouvai que les rayons OP qui, ayant été le plus réfractés par le troisième prisme, avoient illuminé le papier de violet & de bleu en P, furent les premiers séparés de la lumière transmise OPT par une totale réflexion ; les autres OR & OT continuant à projeter en R & T leurs couleurs respectives, savoir le vert, le jaune, l'orangé, & le rouge. Ensuite continuant à tourner le parallélipipède, ceux-ci furent séparés à leur tour par une totale réflexion, chacun suivant son degré de réfrangibilité. Donc la lumière du faisceau MO, émergente des deux prismes adossés, est composée de rayons différemment réfrangibles ; puisque les plus réfrangibles peuvent y être séparés des moins réfrangibles. Or elle ne sauroit être altérée en traversant les surfaces parallèles de ces prismes : car si elle recevoit quelque altération en se réfractant à l'une de ces surfaces, elle la perdroit en se réfractant

à l'autre surface en sens contraire & précisément de la même quantité. Ainsi, rétablie dans son premier état par ces réfractions égales, mais opposées, elle se trouve avant son incidence, comme après son émergence, composée de rayons différemment réfrangibles.

Avant que les rayons les plus réfrangibles soient séparés par la réflexion, les deux faisceaux FM & MO sont acolores (10), & semblables en tous points, autant que j'en pus juger par l'observation : c'est donc à juste titre que leur lumière est réputée de même nature, conséquemment composée des mêmes rayons. Mais dès que les rayons les plus réfrangibles commencent à être totalement réfléchis, la lumière du faisceau émergent MO, d'où ils sont séparés suivant la IX. EXPÉRIENCE, passe successivement du blanc à un jaune lavé & foible, à un assez bon orangé, & à un rouge très-foncé; puis elle s'évanouit entièrement. Car après que les rayons les plus réfrangibles, qui en P teignent de pourpre le papier, sont séparés du faisceau MO par une totale réflexion, ceux

(10) Sans couleur.

qui restent dans le faisceau & qui paroissent sur le papier en R & T, composent par leur mélange un jaune foible. Puis, dès que le bleu & une partie du vert apparents sur le papier entre P & R sont séparés ; les autres qui paroissent entre R & T (c'est à dire les jaunes, les orangés, les rouges, & une partie des verts) étant mêlés dans la lumière MO, composent une couleur orangée. Enfin lorsque tous les rayons sont séparés par réflexion du faisceau MO, il ne resta que les moins réfrangibles qui avoient paru d'un rouge foncé en T : & la couleur de ces rayons est la même dans ce faisceau MO qu'elle étoit apparavant en T ; la réfraction du prisme HIK n'ayant fait que séparer les rayons différemment réfrangibles, sans produire aucune altération de couleur, comme je le prouverai plus amplement dans la suite. Observations qui toutes confirment & la *première* & la *seconde Proposition*.

SCHOLIE. De cette expérience & de la précédente, si on n'en fait qu'une, en appliquant un quatrième prisme VXY pour réfracter le faisceau de lumière MN vers *tp* ; la consé- Fig. 22.

quence sera encore plus évidente. Car alors la lumière N*p*, qui est la plus réfractée par le quatrième prisme, deviendra plus forte & plus éclatante, lorsque la lumière OP, qui est la plus réfractée par le troisième prisme HIK, aura disparu en P. Ensuite, lorsque la lumière la moins réfractée OT viendra à disparoître en T, la lumière la moins réfractée N*t* deviendra aussi & plus forte & plus éclatante; tandis que la lumière la plus réfractée en *p* ne reçoit aucun accroissement. Et comme le trait transmis MO a toujours après ces soustractions la couleur qui doit résulter du mélange de celles qui tombent sur le papier PT; de même le trait réfléchi MN est toujours de la couleur qui doit résulter du mélange de celles qui tombent sur le papier *pt*. Car, lorsque les rayons les plus réfrangibles sont séparés du faisceau MO par une réflexion totale, & qu'ils laissent ce trait orangé: leur excès dans la lumière réfléchie non-seulement rend le violet, l'indigo, & le bleu plus vifs; mais il fait que le faisceau MN change sa couleur jaunâtre (qui est celle du soleil) en un blanc pâle tirant sur le bleu, & qu'il recouvre ensuite sa couleur jaunâtre, aussi tôt

que le reste de la lumière transmise MOT est réfléchi.

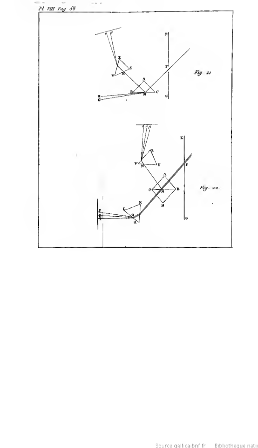
De tant d'expériences diverses, faites, soit sur la lumière réfléchie par des corps naturels, comme la I & la II; ou par des corps spéculaires, comme la IX; soit sur une lumière réfractée avant que les rayons hétérogènes fussent séparés par leur divergence, comme la V; ou après leur séparation comme les VI, VII & VIII; soit sur la lumière transmise à travers des surfaces parallèles dont les réfractions se détruisent mutuellement, comme la X: il suit évidemment qu'il s'y trouve toujours des rayons qui, à incidences égales sur le même milieu, souffrent dans tous ces cas des réfractions inégales; & cela sans qu'ils soient aucunement dilatés ou divisés, comme il paroît par les EXPÉRIENCES V & VI. Puis donc que ces rayons peuvent être séparés les uns des autres, ou par réfraction comme dans la III EXPÉRIENCE, ou par réflexion comme dans la X, & qu'alors les rayons de chaque espèce, pris à part, souffrent à égales incidences des réfractions inégales, mais proportionnelles avant & après leur sépa-

ration, comme dans les EXPÉRIENCES VI, VII, VIII, IX, X, & les suivantes: enfin puisque des rayons successivement transmis à travers trois ou quatre prismes mis en croix, ceux qui sont le plus rompus par le premier, le sont aussi par tous les autres, comme dans la V: il est indubitable que la lumière du soleil est un mélange de rayons hétérogènes, dont les uns sont constamment plus réfrangibles que les autres, conformément à l'énoncé de *la Proposition* qui fait le sujet de cet article.

TROISIÈME PROPOSITION.

THÉORÈME III. *La lumière du soleil est composée de rayons qui diffèrent en réflexibilité; & les rayons les plus réfrangibles sont aussi les plus réflexibles.*

Cela est évident par les deux dernières Expériences. Dans la IX, le prisme tournant sur son axe jusqu'à ce que les rayons réfractés par sa base fussent assez inclinés pour en être tous réfléchis, les premiers à l'être furent ceux qui à égale incidence avoient souffert la plus grande réfraction.


Fig. 21
Fig. 22

Il en fut de même, dans la X Expérience, de la réflexion produite par le plan commun des prismes du parallélipipède.

QUATRIÈME PROPOSITION.

PROBLÈME I. *Séparer les uns des autres les rayons hétérogènes d'une lumière composée.*

Ces rayons sont en quelque sorte séparés par le prisme dans la III EXPÉRIENCE ; & dans la V, leur séparation devient parfaite aux côtés rectilignes de l'image colorée, lorsqu'on supprime la pénombre. Il est vrai que, dans tout l'espace compris entre ces côtés, les cercles innombrables formés chacun par des rayons (C) homogènes, rentrant les uns dans les autres, rendent par leur mélange la lumière assez composée. Mais si on diminue le diamètre de ces cercles, en conservant leurs distances & leurs positions respectives, ils s'entremêleront beaucoup moins : ce qui diminuera d'autant le mélange des rayons hétérogènes.

Pour le prouver, soient AG, BH, CJ, DK, EL, FM, les cercles d'autant d'espèces de rayons Fig. 23.

venus du disque solaire, lesquels conjointement avec une infinité d'autres cercles intermédiaires composent l'image colorée du soleil. Et soient *ag*, *bh*, *ci*, *dk*, *el*, *fm*, autant de cercles plus petits, formés de rayons correspondants, superposés dans le même ordre entre deux parallèles *af*, *gm*, & ayant leurs centres à égales distances. Or, dans la figure P T composée des grands cercles, trois de ces cercles AG, B H, C J, sont si engagés l'un dans l'autre, que les trois espèces de rayons (& une infinité d'autres espèces intermédiaires) qui les illuminent, se trouvent mêlées en QR, au milieu du cercle BH; mélange qui a lieu aussi dans presque toute la longueur de la figure PT. Mais dans la figure *pt* composée des petits cercles, les trois cercles *ag*, *bh*, *ci*, qui correspondent aux trois grands, ne s'engagent point l'un dans l'autre; & même deux des trois espèces de rayons qui les illuminent, ne s'y trouvent mêlées nulle part. D'où il paroît que le mélange des rayons hétérogènes diminue dans le rapport du diamètre des cercles, les centres restant à égales distances. Si les diamètres sont trois fois plus petits, le mélange sera trois fois moindre; & il le sera dix fois, s'ils sont

dix fois plus petits. Ainsi, le mélange des rayons dans la grande figure PT sera à leur mélange dans la petite figure pt, comme la largeur de la première est à la largeur de la dernière ; puisque ces largeurs sont égales aux diamètres des cercles. Le mélange des rayons dans l'image réfractée pt est donc au mélange des rayons dans la lumière directe du soleil, comme la largeur de cette image est à la différence qui se trouve entre sa longueur & sa largeur.

Il suit de là que, pour diminuer le mélange des rayons hétérogènes, il faut diminuer le diamètre des cercles : ce qu'on fera toujours en diminuant le diamètre apparent du soleil, auquel ces diamètres correspondent ; ou, ce qui revient au même, en interceptant (au moyen d'un diaphragme placé hors de la croisée, & à grande distance du prisme opposé au soleil) tous les rayons, excepté ceux qui viennent du milieu du disque solaire : par ce moyen, les cercles AG, BH, &c. ne correspondront plus au disque entier, mais seulement à la partie qui peut être vue à travers ce prisme au delà du trou de ce diaphragme.

Et afin que les cercles correspondent plus

exactement encore à cette partie du disque solaire, il importe d'interposer proche du prisme un objectif qui jette distinctement sur un papier en PT l'image du trou, (c'est à dire chacun des cercles AG, BH, &c.) : comme il jette sans pénombre, dans la V Expérience, les côtés rectilignes du spectre. En s'y prenant de la sorte, il ne sera pas nécessaire de placer le diaphragme fort loin du prisme ; on pourra même lui substituer un trou fait au volet de la croisée, comme j'en ai usé dans les Expériences qui suivent.

Fig. 24. XI. Expérience. A 10 ou 12 pieds du volet, je fis tomber un faisceau de rayons solaires (introduit dans la chambre obscure par un petit trou rond F) sur le milieu d'un objectif MN ; de manière à projeter distinctement l'image du trou sur une feuille de papier blanc, placée à 6, 8, 10, 12 pieds de l'objectif, plus ou moins suivant la longueur de son foyer. Immédiatement après l'objectif, je plaçai un prisme A B C, pour jeter en haut ou de côté les rayons transmis, & changer l'image ronde J en une image oblongue colorée pt, que je projetai sur un autre papier pt, à peu près à la

même distance du prisme, avançant ou éloignant le papier jusqu'à ce que j'eusse trouvé le point où les côtés rectilignes étoient le plus nettement terminés. Alors les images circulaires du trou, qui forment cette image oblongue (comme les cercles *ag*, *bh*, *ci*, &c. forment l'image *pt*), se trouvoient terminés très-distinctement, sans aucune pénombre. Ainsi, elles ne rentroient l'une dans l'autre que le moins possible ; & le mélange des rayons hétérogènes ne fut jamais moindre qu'en cette occasion.

Puisque les cercles *ag*, *bh*, *ci*, &c. sont égaux au cercle J, dont la grandeur correspond à celle du trou F ; en augmentant ou en diminuant ce trou, on peut à volonté rendre ces cercles, dont l'image oblongue est composée, plus grands ou plus petits tant que leurs centres restent immobiles ; on peut donc de la sorte augmenter ou diminuer à volonté le mélange des rayons qui concourent à former cette image. C'est par ce moyen que je suis parvenu à rendre la largeur de l'image *pt*, quarante, cinquante, soixante, & même soixante & dix fois plus petite que sa longueur ; conséquemment à rendre sa lumière soixante & dix

Fig. 24 fois (11) moins composée que la lumière directe du soleil.

Une lumière aussi homogène l'est assez pour faire toutes les Expériences contenues dans ce Livre : car le mélange des rayons hétérogènes est si léger qu'on peut à peine l'appercevoir ; excepté peut-être dans l'indigo & le violet, couleurs obscures, que les rayons dispersés & réfractés irrégulièrement par les inégalités du prisme altèrent aisément.

Pour assûrer le succès de ces Expériences, il vaut mieux néanmoins substituer au trou rond un trou oblong en forme de parallélograme, dont la longueur soit parallèle au prisme ABC : car, si ce trou a un pouce de longueur sur une ligne de largeur, l'image deviendra beaucoup

Fig. 24. (11) Pour cela il suffit que la largeur du trou F soit d'un dixième de pouce ; la distance MF de l'objectif au trou, de 12 pieds ; la distance pE ou pM de l'image au prisme ou à l'objectif, de 10 pieds ; & l'angle réfringent, de 62 degrés : car alors la largeur de l'image sera d'un douzième de pouce ; & sa longueur sera à sa largeur comme 72 est à un : la lumière de cette image sera donc 72 fois moins composée que la lumière directe du soleil.

plus

plus large, sans toutefois que la lumière en soit moins homogène.

Ce trou peut aussi être remplacé par un autre en forme de triangle isocèle, dont la base ait environ un dixième de pouce, & la hauteur un pouce. Alors si l'axe du prisme est parallèle à la perpendiculaire du triangle, l'image *pt* sera Fig. 25. formée de triangles isocèles *ag*, *bh*, *ci*, *dk*, *el*, *fm*, &c. & d'un nombre inconcevable d'autres triangles intermédiaires, correspondants au trou, & rangés l'un après l'autre entre deux parallèles *af* & *gm*. Ces triangles empiètent un peu l'un sur l'autre à leurs bases, non à leurs sommets. Aussi les rayons hétérogènes sont-ils un peu mêlés au côté *af* le plus brillant de l'image, non au côté *gm* le plus obscur; & aux parties comprises entre ces côtés, ils sont plus ou moins mêlés, suivant qu'ils tombent plus ou moins près du côté brillant ou du côté obscur. Ce qui donne la facilité de faire des expériences sur une lumière plus ou moins homogène.

Mais lorsqu'on fait des Expériences de ce genre, il faut que la chambre soit aussi obscure qu'il est possible, crainte que quelque lumière

étrangère ne se mêle à la lumière de l'image *p t*, & n'en détruise l'homogénéité. Il faut aussi que l'objectif soit bien travaillé, & que le prisme ait un angle de 65° à 70°; qu'il soit d'un verre exempt de défauts, & que les côtés en soient bien plans & bien polis. Il faut encore couvrir de papier noir les bords du prisme & de l'objectif, par-tout où ils peuvent produire quelque réfraction irrégulière. Enfin il faut intercepter du faisceau solaire tout ce qui est inutile à l'expérience, afin d'éviter les reflets qui détruiroient la netteté de l'image oblongue. Toutes ces précautions ne sont pas absolument nécessaires: mais elles contribuent à assurer le succès (D) de l'expérience; & un observateur délicat trouvera toujours qu'elles valent bien la peine d'être prises. Au reste, comme il est difficile de rencontrer des prismes de verre propre à cet objet, j'ai quelquefois employé des vases prismatiques faits avec des morceaux de glace & remplis d'eau de pluie; & pour augmenter la réfraction j'imprégnois l'eau de beaucoup de *sel de Saturne*.

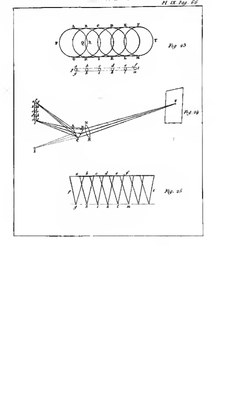


Fig. 23
Fig. 24
Fig. 25

CINQUIÈME PROPOSITION.

THÉORÈME IV. *Les rayons homogènes sont régulièrement réfractés, sans être dilatés, fendus, ou dispersés; & la vision confuse des objets, éclairés par une lumière hétérogène & vus à travers des milieux réfringents, vient de la différente réfrangibilité des différentes espèces de rayons.*

La première partie de cette proposition a déja été bien prouvée par la V. EXPÉRIENCE: mais elle sera mise dans un plus grand jour par les Expériences qui suivent.

XII. EXPÉRIENCE. Après avoir fait au milieu d'un morceau de papier noir un trou d'environ deux lignes de diamètre, j'y fis tomber l'image colorée du soleil, rendue homogène par le procédé décrit à l'article précédent, de manière qu'une partie des rayons fut transmise par le trou, puis réfractée par un prisme placé derrière, & projetée perpendiculairement sur un papier blanc à deux ou trois pieds du prisme,

Alors j'observai la figure du champ qu'ils formoient, & je trouvai qu'il n'étoit pas oblong, comme celui des rayons directs du soleil réfractés dans la III. Expérience; mais parfaitement (E) circulaire, du moins autant que je pouvois en juger à la vûe. Ce qui prouve que la lumière est réfractée régulièrement, sans aucune dilatation des rayons.

XIII. Expérience. Ayant fait tomber un faisceau de lumière homogène sur un disque de papier d'un quart de pouce de diamètre, & un faisceau de lumière immédiate du soleil sur un disque égal; je les regardai à la distance de quelques pieds au travers d'un prisme: le dernier parut oblong, comme dans la IV. Expérience; mais le premier parut circulaire & terminé distinctement, comme quand on le regardoit à œil nud. Ce qui prouve la *Proposition* entière.

XIV. Expérience. J'exposai des mouches & d'autres petits objets à une lumière homogène; puis les regardant à travers un prisme, j'apperçus leurs moindres parties aussi

distinctement que si je les avois regardées à œil nud : mais ces objets, étant exposés à la lumière immédiate du soleil, me parurent si confus, que je ne pouvois en distinguer les différentes parties.

J'exposai aussi de très-petits caractères d'impression à une lumière homogène, puis à la lumière immédiate du soleil ; & les ayant regardés à travers un prisme, ils me parurent si confus dans le dernier cas, qu'il me fut impossible de les lire ; mais, dans le premier cas, ils étoient si distincts que je les lisois sans peine. Dans ces deux cas les mêmes objets avoient la même situation, & ils étoient vus à la même distance au travers du même prisme : ainsi, il n'y avoit entre eux de différence que celle de la lumière dont ils étoient éclairés. Or dans l'un, elle étoit simple ; dans l'autre, elle étoit composée : la vision distincte ou confuse de ces objets ne pouvoit donc venir que de cette différence. Ce qui prouve la *Proposition* entière.

Une chose d'ailleurs digne de remarque, c'est que, dans les trois dernières Expériences, la réfraction n'a jamais altéré la couleur de la lumière homogène.

SIXIÈME PROPOSITION.

THÉORÈME V. *Le sinus d'incidence de chaque rayon hétérogène, pris à part, est à son sinus de réfraction en raison donnée.*

Que chaque rayon hétérogène, pris à part, ait un certain degré de réfrangibilité qui lui est propre; c'est ce que j'ai suffisamment démontré: car les rayons, qui à égale incidence sont plus ou moins réfractés une première fois, sont ensuite réfractés proportionnellement toutes les autres fois, quelle qu'en soit la couleur; comme il paroît par les EXPÉRIENCES V, VI, VII, VIII & IX. De même les rayons, qui à incidences égales sont également réfractés une première fois, le sont ensuite toujours également, soit avant d'être séparés les uns des autres comme dans la V. EXPÉRIENCE, soit après être séparés comme dans les EXPÉRIENCES XII, XIII & XIV. Donc la réfraction de chaque rayon, pris à part, est régulière. Mais quelle règle suit cette réfraction? C'est ce que nous allons faire voir.

Ceux qui ont écrit les derniers sur l'Optique, enseignent que les sinus d'incidence sont en proportion donnée aux sinus de réfraction; proportion vérifiée par quelques-uns au moyen de certaines expériences ou de certains instruments propres à mesurer les réfractions. Mais, faute de connoître la différente réfrangibilité des rayons hétérogènes, ils pensoient que tous les rayons se réfractent dans la même proportion: aussi n'ont-ils pris leurs mesures que sur les rayons de moyenne réfrangibilité. Il faut donc faire voir que de pareilles proportions ont lieu à l'égard de tous les autres rayons, c'est à dire, que les sinus de réfraction des rayons hétérogènes sont réciproquement entre eux en proportion donnée, les sinus d'incidence étant égaux.

C'est ce que va prouver l'Expérience qui suit.

XV. EXPÉRIENCE. Après avoir projeté au fond de la chambre obscure un petit faisceau de rayons directs, qui formoit sur le mur une image circulaire S du soleil; je le reçus fort près du volet sur un prisme placé horizontalement, de manière à former l'image Fig. 16.

colorée & oblongue PT; puis je le réfractai (12) latéralement par un autre prisme placé immédiatement après le premier, pour former l'image colorée & oblongue *pt*. A ce sujet il faut observer que, si l'angle réfringent de second prisme est plus ou moins ouvert, la seconde image oblongue sera plus ou moins distante de la première : elle sera en *pt*, par exemple, si cet angle est de 15° à 20°; en 2*p*2*t*, s'il est de 30° à 40°; & en 3*p*3*t*, s'il est de 60°.

Les choses étant ainsi disposées, j'observai que toutes ces images PT, *pt*, 2*p*2*t*, 3*p*3*t*, convergeoient à fort peu près en S, où l'image circulaire du soleil tomboit dès qu'on ôtoit les prismes. L'axe de l'image PT, étant prolongé, passoit exactement par le milieu de l'image circulaire. Mais lorsque les réfractions du second prisme étoient moindres que celles du premier, les axes prolongés des images *pt* & 2*p*2*t* qui en résultoient, coupoient l'axe prolongé de l'image TP aux points *m* & *n*, un peu au delà du centre de l'image circulaire. C'est pourquoi le rapport de la ligne 3*t*T à la ligne

(12) Les prismes doivent se croiser.

3pP étoit un peu plus grand que celui de 2tT à 2pP, & un peu plus grand encore que celui de tT à pP. Or quand les rayons de l'image PT tombent perpendiculairement sur le mur, les lignes 3tT & 3pP, 2tT & 2pP, tT & pP, sont les tangentes des réfractions. Ainsi, cette expérience donne les tangentes des réfractions, d'où les proportions des sinus étant deduites, elles se trouvent égales, autant que j'en ai pu juger à l'inspection des figures & par un certain raisonnement mathématique; car je ne suis pas entré là-dessus dans un calcul bien exact. Mais la proposition est vraie à l'égard de chaque rayon pris à part, comme le fait semble le prouver. Et qu'elle soit rigoureusement vraie, c'est ce qu'on peut démontrer par cette hypothèse : *Que les corps réfractent la lumière, en agissant sur les rayons suivant des lignes perpendiculaires à leurs surfaces.*

Pour en donner la démonstration, il faut distinguer le mouvement de chaque rayon en deux mouvements, l'un perpendiculaire, l'autre parallèle à la surface réfringente; puis établir cette proposition à l'égard du premier : si un mobile, tombant avec une vitesse quelconque

sur un espace large, mince, & terminé par deux plans parallèles, vient à être poussé perpendiculairement à travers cet espace vers le plan le plus éloigné, par une force qui à distances données du plan ait une énergie donnée; la vitesse perpendiculaire de son mouvement, au sortir de cet espace, sera toujours égale à la racine quarrée de la somme du quarré de la vitesse perpendiculaire de ce mouvement à son incidence sur cet espace, & du quarré de la vitesse perpendiculaire que ce mobile auroit à son émergence, si sa vitesse perpendiculaire étoit infiniment petite à son incidence.

La même proposition sera vraie à l'égard de tout mouvement perpendiculaire retardé dans le passage du mobile à travers cet espace, si, au lieu de la somme des deux quarrés, on prend leur différence. Je glisse sur la démonstration, que les Mathématiciens trouveront sans peine.

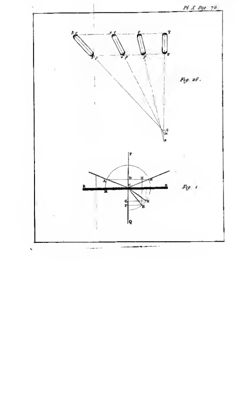
Fig. 1. Maintenant je suppose qu'un rayon venant à tomber fort obliquement sur la ligne MC, soit réfracté en C par le plan RS, suivant la ligne CN. Si on demande quelle est la ligne CE, suivant laquelle tout autre rayon AC sera réfracté: soient MC & AD, les sinus d'inci-

dence des deux rayons, NG & EF, leurs ſinus de réfraction; MC & AC, les lignes qui repréſentent les mouvements égaux des rayons incidents. Le mouvement MC ſuppoſé parallèle au plan réfringent, ſoit le mouvement AC diſtingué en deux, dont l'un AD eſt parallèle, l'autre DC eſt perpendiculaire à la ſurface réfringente. Soient auſſi les mouvements des rayons émergents diſtingués en deux, dont les perpendiculaires ſont $\frac{MC}{NG}$ CG & $\frac{AD}{EF}$ CF.

Cela poſé, ſi la force du plan réfringent commence à agir ſur les rayons dans ce plan même, ou à certaine diſtance d'un côté, finiſſant à certaine diſtance de l'autre côté; & ſi, dans tous les endroits placés entre ces deux limites, elle agit ſur les rayons ſuivant des lignes perpendiculaires au plan réfringent, avec une égale énergie à égales diſtances du plan, & avec une énergie égale ou inégale, en rapport quelconque à diſtances inégales: il eſt clair que le mouvement parallèle au plan réfringent ne ſera point altéré par cette force; mais le mouvement perpendiculaire ſera altéré ſuivant la règle établie dans la Propoſition précédente. Si pour viteſſe

perpendiculaire du rayon émergent CN, on écrit $\frac{MC}{NG}$ CG, la viteſſe perpendiculaire de tout autre rayon émergent CE, qui étoit $\frac{AD}{EF}$ CF, ſera égale à la racine quarrée $CDq + \frac{MCq}{NGq} CGq$. Or en quarrant ces nombres égaux, & en y ajoutant les égaux ADq & $MCq - CDq$; puis diviſant les ſommes par les égaux $CFq + EFq$ & $CGq + NGq$; on aura $\frac{MCq}{NGq}$ égaux à $\frac{MCq}{NGq}$. Par conſéquent AD, ſinus d'incidence, eſt à EF, ſinus de réfraction, comme MC à NG; c'eſt à dire, en raiſon donnée. Cette démonſtration générale étant faite ſans conſidérer la nature de la lumière ni la force qui la réfracte, & dans l'hypothèſe ſeule que *le corps réfringent agit ſur les rayons en lignes perpendiculaires à ſa ſurface*, eſt à mes yeux une preuve très-convaincante de la vérité abſolue de cette propoſition.

Donc, ſi la raiſon des ſinus d'incidence & de réfraction d'une eſpèce quelconque de rayons eſt trouvée dans un cas quelconque, elle ſera facilement trouvée dans tous les autres cas;


Fig 26.
Fig 1

& cela d'après la méthode indiquée à l'article suivant.

SEPTIÈME PROPOSITION.

THÉORÈME VI. *Ce qui empêche les Télescopes d'être parfaits, est la différente réfrangibilité des rayons hétérogènes.*

On attribue communément l'imperfection d'un Télescope à la sphéricité des verres : aussi les Mathématiciens ont-ils proposé de les travailler en forme de sections coniques. Mais c'est sans fondement, comme le prouve la Proposition qui fait le sujet de cet article, & dont la vérité paroitra par les mesures des angles de réfraction des rayons hétérogènes, qui peuvent se déterminer de la manière qui suit.

L'angle réfringent du prisme employé dans la III EXPÉRIENCE étoit de 62°, 30', dont la moitié égale à 31°, 15' doit être considérée comme l'angle d'incidence des rayons émergents du verre dans l'air ; son sinus est 5188. L'axe du prisme étant parallèle à l'horizon, & les réfractions des rayons à leur incidence &

à leur émergence étant supposées bien égales ; j'observai, au moyen d'un quart de cercle, l'angle que faisoient avec l'horizon les rayons de moyenne réfrangibilité, c'est à dire, ceux qui alloient au milieu de l'image oblongue colorée : je pris en même temps la hauteur du soleil. Or l'angle que les rayons émergents faisoient avec les rayons incidents se trouva de 44°, 40'. La moitié de cet angle ajoutée à l'angle d'incidence fait 55°, 55', qui est l'angle de réfraction, dont le sinus est 8047. Ce sont là les sinus d'incidence & de réfraction des rayons de moyenne réfrangibilité ; ainsi, leur rapport en nombres ronds est celui de 20 à 31 (13).

De la longueur de l'image, qui étoit environ de 10 pouces, retranchez sa largeur, qui étoit de 2 pouces $\frac{1}{8}$; restera 7 pouces $\frac{7}{8}$, qui don-

(13) Le verre de ce prisme étoit verdâtre. Quant à celui du dernier des prismes de la III EXPÉRIENCE, il étoit blanc & très-diaphane. Son angle réfringent étoit de 63°, 30' ; l'angle que formoient les rayons émergents avec les incidents, de 45°, 50'. le sinus de la moitié du premier angle 5262 ; le sinus de la moitié de la somme des angles 8157 ; & leur rapport en nombres ronds celui de 20 à 31.

neroient, si le soleil n'étoit qu'un point, la longueur de l'image, ou, si l'on veut, la soutendante de l'angle que les rayons les plus réfrangibles & les moins réfrangibles, tombant sur le prisme par les mêmes lignes, comprendroient entre eux après leur émergence. Cet angle est donc de 2°, 0′ 7″: car la distance de l'image au prisme (d'où l'angle part) étoit de 18 pieds 6 pouces. A cette distance, la corde de 7 pouces $\frac{3}{4}$ est la soutendante d'un angle de 2° 0′ 7″. Ainsi, la moitié de cet angle est l'angle compris entre les rayons d'extrême & de moyenne réfrangibilité. Un quart de cet angle peut donc être regardé comme l'angle compris entre les mêmes rayons, s'ils coïncidoient dans le verre, ou s'ils ne se réfractoient qu'en émergeant: car si deux réfractions égales, l'une à l'incidence, l'autre à l'émergence, font la moitié d'un angle de 2°, 0′ 7″; une seule de ces réfractions fera environ un quart de cet angle. Ce quart ajouté à l'angle de réfraction des rayons de moyenne réfrangibilité (qui étoit de 53°, 35′, 0″), puis soustrait de ce même angle, donne les angles de réfraction des rayons les plus réfrangibles & les moins

réfrangibles ; c'eſt à dire, d'une part 54°, 5', 2"; de l'autre part 53°, 4', 58", dont les ſinus ſont 8099 & 7995 ; l'angle commun d'incidence étant 31°, 15, & ſon ſinus 5188. Ainſi, à prendre les nombres rends les plus petits, ces ſinus ſont en proportion réciproque comme 78 & 77 à 50.

Si on ôte, des ſinus de réfraction 77 & 78, le commun ſinus d'incidence, les reſtes 27 & 28 donneront le rapport de réfraction des moins réfrangibles aux plus réfrangibles. Leur différence de réfraction eſt donc à peu près la 27e partie ½ de toute la réfraction des rayons de moyenne réfrangibilité.

D'après cela, ceux qui ſont verſés dans l'Optique verront aiſément ; d'une part, que la largeur du moindre eſpace circulaire où les objectifs des Téleſcopes puiſſent raſſembler toutes ſortes de rayons parallèles, eſt environ la 27e partie ½ de la moitié de l'ouverture (14) du verre, ou

---

(14) L'ouverture d'un objectif eſt meſurée par le diamètre de la partie que le diaphragme laiſſe libre : lorſqu'il n'y a point de diaphragme, l'ouverture a pour meſure le diamètre entier du verre. *Note du Traducteur*.

la

la 55ᵉ partie de toute l'ouverture; de l'autre part, que le foyer des rayons les plus réfrangibles est plus proche de l'objectif que le foyer des moins réfrangibles, d'environ la 27ᵉ partie & $\frac{1}{2}$ de la distance focale des rayons de moyenne réfrangibilité. Il suit de-là que, si des rayons hétérogènes, venant d'un point lumineux placé dans l'axe d'un objectif convexe, sont réunis par la réfraction en des points qui ne soient pas trop éloignés; le foyer des plus réfrangibles sera plus proche de l'objectif que le foyer des moins réfrangibles, d'une quantité qui est à la 27ᵉ partie & $\frac{1}{2}$ de la distance focale des rayons de moyenne réfrangibilité, à peu près comme la distance du foyer à ce point lumineux est à la distance du point lumineux à l'objectif.

Pour vérifier cette règle par le fait, j'imaginai l'Expérience qui suit.

L'objectif de la II & de la VIII Expérience, placé à 6 pieds 1 pouce d'un objet quelconque, en formoit l'image par les rayons de moyenne réfrangibilité: d'après la règle précédente il devoit former l'image de cet objet par les rayons les moins réfrangibles, à la dis-

tance de 6 pieds, 3 pouces, 8 lignes; & par les plus réfrangibles, à la distance de 5 pieds, 10 pouces, 4 lignes; de sorte qu'entre les foyers des rayons d'extrême réfrangibilité, se trouve la distance de 5 pouces 4 lignes. Car suivant cette règle, 6 pieds & 1 pouce (distance de l'objet à l'objectif) sont à 12 pieds & 2 pouces (distance de l'objet au foyer des rayons de moyenne réfrangibilité); ou, ce qui revient au même, 1 est à 2, ce que la 27e partie & ½ de 6 pieds 1 pouce (distance de l'objectif à ce foyer) est à 5 pouces $\frac{13}{55}$, c'est à dire, environ 5 pouces, 4 lignes, distance du foyer des plus réfrangibles au foyer des moins réfrangibles.

XVI. EXPÉRIENCE. Pour savoir si la régle étoit juste, je répétai les EXPÉRIENCES II & VIII avec une lumière plus homogène : car ayant séparé les rayons hétérogènes par la méthode décrite à l'article de la IV Proposition, j'en formai un spectre environ douze ou quinze fois plus long que large; ensuite je le fis tomber sur un livre, puis j'examinai les distances où les images des caractères illuminés par les

différentes couleurs avoient toute leur netteté ; & je trouvai que la bleue étoit environ de 3 pouces ou de 3 pouces 3 lignes plus proche de l'objectif que la rouge foncée : mais l'indigo & la violette étoient si confuses qu'il m'étoit impossible de lire leurs caractères ; ce qui venoit de la réfraction irrégulière des rayons, causée par les filandres dont le prisme étoit rempli.

Je lui en substituai donc un autre exempt de ce défaut, & à la place du livre je mis un papier où étoient tracées quelques lignes noires, parallèles, un peu plus larges que les traits des caractères d'impression, & courant d'un bout à l'autre du spectre. Or je trouvai que le point où les rayons indigo traçoient le plus distinctement l'image des lignes, étoit d'environ 4 pouces ou 4 pouces 3 lignes plus proche de l'objectif que l'image rouge foncée. Mais la violette étoit si foible que je ne pouvois la voir distinctement.

Ayant fait réflexion que le prisme étoit d'un verre obscur verdâtre, j'en pris un autre d'un verre très-blanc : mais le spectre qui en provint dardoit à ses extrémités de longs traits de lumière blanche & foible. J'examinai donc en-

cote ce prisme, & j'y découvris deux ou trois petites bulles qui rompoient irrégulièrement les rayons. Ayant couvert de papier noir l'endroit du verre où elles paroissoient, & faisant passer les rayons solaires par une autre partie du prisme exempte de défauts, le spectre parut tel que je le souhaitois. Mais la couleur violette en étoit encore si obscure, si foible, que je pouvois à peine appercevoir l'image des lignes que ses rayons illuminoient, sur-tout à son extrémité. J'en cherchai la cause, & j'imaginai que cette couleur pouvoit être affoiblie par les reflets des rayons que les petites bulles ou les inégalités de poli du prisme réfractoient irrégulièrement & dispersoient dans la chambre obscure : car quoiqu'en très-petit nombre, ces rayons, étant blancs, pouvoient faire sur la vûe une impression assez forte pour obscurcir les phénomènes. J'essayai donc, comme dans les Expériences XII, XIII & XIV, si la couleur violette n'étoit pas composée d'un mélange sensible de rayons hétérogènes ; mais le fait prouva que ma conjecture n'étoit pas fondée. J'en conclus que l'obscurité de cette couleur, dont les rayons fort rares tomboient d'ailleurs assez loin de

l'axe de l'objectif, étoit l'unique cause qui empêchoit de distinguer les images des lignes noires qu'elle illuminoit. Je divisai donc ces lignes parallèles en parties égales, afin de reconnoître sans peine à quelles distances étoient les unes des autres les couleurs du spectre. Je marquai aussi leurs distances focales, c'est à dire, les distances de l'objectif aux points où ces couleurs formoient distinctement l'image des lignes noires. Après quoi j'examinai si les distances réciproques des couleurs du spectre, mesurées à ses côtés rectilignes, étoient proportionelles à leurs distances focales. Voici à quoi se réduisirent mes observations.

Ayant pris le rouge le plus foncé & la couleur aux confins du vert & du bleu, éloignée du rouge de la moitié des côtés rectilignes du spectre; je trouvai que la distance focale de la dernière étoit moindre que la distance focale de la première d'environ deux pouces & 6 ou 9 lignes: car ces mesures étoient tantôt un peu plus grandes, tantôt un peu plus petites; mais elles différoient rarement de plus de 4 lignes; il étoit même fort difficile de les

déterminer sans quelque légère erreur. Or si les couleurs distantes l'une de l'autre de la moitié de la longueur du spectre, prise à ses côtés rectilignes, donnent 2 pouces & 8 ou 9 lignes pour différence focale, les couleurs distantes de toute la longueur du spectre doivent donner 5 pouces ou 5 pouces 6 lignes.

Ici je dois observer que ne pouvant prendre le rouge à l'extrémité du spectre, mais seulement au centre ou à peu près au centre du demi-cercle qui terminoit cette extrémité; je comparai ce rouge, non avec la couleur qui étoit exactement au milieu du spectre ou aux confins du verd & du bleu, mais avec la couleur qui tiroit un peu plus sur le bleu que sur le verd. Ayant limité la longueur du spectre à celle de ses côtés rectilignes, je considérai ses extrémités semi-circulaires comme des cercles entiers; or dès que l'une des deux couleurs observées venoit à tomber au-dedans de ces cercles, je mesurois la distance de cette couleur à l'extrémité semi-circulaire; puis ayant déduit la moitié de cette distance de celle de la distance mesurée des deux couleurs, le reste me donnoit leur dis-

tance corrigée, que je prenois pour différence de leurs distances focales. Car dès que la longueur des côtés rectilignes du spectre seroit réellement celle de ses couleurs, si les cercles dont il est formé étoient réduits à des points physiques; cette distance corrigée doit être celle des deux couleurs observées.

Ainsi, en observant de nouveau le rouge le plus foncé & le bleu, dont la distance corrigée étoit les $\frac{7}{12}$ de la longueur des côtés rectilignes du spectre, leur différence focale se trouvoit d'environ 3 pouces & $\frac{1}{4}$: or 3 pouces & $\frac{1}{4}$ font à 5 pouces & $\frac{4}{7}$, comme 7 à 12.

En observant le rouge le plus foncé & l'indigo, dont la distance corrigée étoit les $\frac{8}{12}$ ou les $\frac{2}{3}$ de la longueur des côtés rectilignes du spectre; leur différence focale se trouvoit d'environ 3 pouces & $\frac{2}{3}$: or 3 pouces & $\frac{2}{3}$ font à 5 pouces & $\frac{1}{2}$, comme 2 à 3.

En observant le rouge & l'indigo foncés, dont la distance corrigée étoit les $\frac{9}{12}$ ou les $\frac{3}{4}$ de la longueur des côtés rectilignes du spectre; leur différence focale se trouvoit d'environ 4 pouces: or 4 pouces font à 5 pouces & $\frac{1}{3}$, comme 3 à 4.

En observant le rouge le plus foncé & la

partie du violet contiguë à l'indigo, dont la distance corrigée étoit les $\frac{10}{12}$ ou les $\frac{5}{6}$ de la longueur des côtés rectilignes du spectre ; leur différence focale se trouvoit d'environ 4 pouces & $\frac{1}{2}$; or 4 pouces & $\frac{1}{2}$ sont à 5 pouces & $\frac{2}{5}$, comme 5 à 6. Car lorsque l'appareil étoit le mieux disposé, que l'axe de l'objectif étoit tourné vers le bleu, que le soleil étoit brillant, & que je tenois l'œil fort près du papier sur lequel les images étoient projetées ; je distinguois passablement celle des lignes noires qui étoit illuminée par la partie du violet contiguë à l'indigo, quelquefois même celle qui étoit illuminée par la partie centrale du violet. Au reste, dans toutes ces expériences on ne voyoit distinctement que les couleurs dont les rayons étoient dans l'axe ou près de l'axe de l'objectif : ainsi, lorsque les bleus ou les indigos étoient dans l'axe, les images qu'ils traçoient étoient distinctes ; mais celles que les rouges traçoient alors, l'étoient beaucoup moins. Je pris donc le parti d'accourcir le spectre, afin que les rayons de ses extrémités fussent plus rapprochés de l'axe de l'objectif. Après l'avoir réduit à deux pouces & demi de

longueur sur un cinquième ou un sixième de pouce en largeur, je substituai aux lignes parallèles une seule ligne noire plus large, afin que l'image fût plus facilement apperçue ; puis je divisai cette ligne en parties égales par de petites perpendiculaires qui la croisoient, & qui étoient destinées à mesurer les distances des couleurs. Parvenu de la sorte à distinguer quelquefois l'image de cette ligne, presque jusqu'au centre de l'extrémité semi-circulaire violette du spectre ; voici les nouvelles observations que je fis.

A l'égard du rouge le plus foncé, & de la partie du violet dont la distance corrigée étoit environ les $\frac{8}{9}$ des côtés rectilignes du spectre ; leur différence focale se trouva une fois de 4 pouces & $\frac{1}{5}$; une autre fois de 4 pouces & $\frac{1}{4}$; une autre fois de 4 pouces & $\frac{3}{8}$: or 4 pouces $\frac{1}{5}$, 4 pouces $\frac{1}{4}$, 4 pouces $\frac{3}{8}$ sont respectivement à 5 pouces $\frac{1}{4}$, 5 pouces $\frac{5}{16}$, 5 pouces $\frac{15}{32}$, comme 8 à 9.

A l'égard du rouge & du violet les plus foncés, dont la distance corrigée étoit environ les $\frac{13}{17}$ ou les $\frac{11}{15}$ de la longueur des côtés rectilignes du spectre ; leur différence focale (prise

dans les circonstances les plus favorables) étoit quelquefois de 4 pouces & $\frac{1}{2}$, d'autres fois de 5 pouces & $\frac{1}{3}$, & communément de 5 pouces: or 5 pouces sont à 5 pouces & $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$, comme 11 à 12, ou 15 à 16.

Il me paroît donc certain par cette suite d'Expériences, que, si la lumière eût été assez forte aux extrémités du spectre pour faire paroître distinctement les images des lignes noires, la différence focale des rayons rouges & des rayons violets les plus foncés, se seroit trouvée au moins de 5 pouces & 4 lignes. Nouvelle preuve que le rapport des sinus d'incidence & de réfraction des rayons hétérogènes, est le même & dans les plus petites & dans les plus grandes réfractions.

Je me suis étendu sur les détails de cette délicate & laborieuse Expérience, afin que ceux qui la teinteront après moi, sentent avec quels soins ils doivent procéder pour en assûrer le succès; que si elle ne leur réussissoit pas, ils pourroient cependant inférer, de la proportion des distances des couleurs du spectre à la différence de leurs distances focales, ce qui

arriveroit si l'Expérience étoit plus exacte & faite sur des couleurs plus éloignées l'une de l'autre.

S'ils se servoient d'un objectif de plus grand diamètre que le mien, & s'ils le fixoient à une longue tringle, de manière à le diriger exactement & promptement vers la couleur dont ils voudroient connoître la distance focale; je ne doute pas que l'Expérience ne leur réussît encore mieux qu'à moi : car m'étant contenté de diriger l'objectif, comme je le pus, vers le milieu des couleurs; les foibles extrémités du spectre, se trouvant par là fort éloignées de l'axe du verre, se peignoient moins distinctement, que si l'axe eût été successivement dirigé vers chacune de ces couleurs.

Au reste il est constant par ce qui précède, que les rayons hétérogènes ne se réunissent point au même foyer; que, s'ils divergent d'un point lumineux éloigné de l'objectif de la longueur du foyer, la différence des distances focales des rayons d'extrême (15) réfrangibilité

(15) Les rayons d'extrême réfrangibilité sont les rouges & les violets.

ſera la 14e partie de la diſtance focale des rayons de moyenne (16) réfrangibilité. Mais elle n'en ſera que la 27e ou la 28e partie, ſi les rayons divergent d'un point ſi éloigné, qu'ils puiſſent paſſer pour parallèles à leur incidence ſur l'objectif. Ainſi, lorſque les rayons hétérogènes tombent ſur un plan perpendiculaire à l'axe & placé au foyer des rayons moyennement réfrangibles, le diamètre du plus petit cercle où ils peuvent être raſſemblés, eſt environ la 55e partie de l'ouverture du verre: de ſorte qu'il eſt fort étrange que les téleſcopes dioptriques repréſentent les objets auſſi diſtinctement qu'ils le font. Au lieu que le défaut de réunion provenant de la ſeule ſphéricité des verres, eſt pluſieurs centaines de fois moindre. Car ſoit l'objectif plan-convexe d'un téleſcope, dont le côté plan eſt tourné vers l'objet; & ſoient le diamètre de (17) ſphéricité du

(16) Les rayons de moyenne réfrangibilité ſont les verts.

(17) Le diamètre de ſphéricité eſt le diamètre de la ſphère ſur laquelle le verre a été travaillé. *Note du Traducteur.*

côté convexe appellé D, le demi-diamètre de l'ouverture du verre appellé S, & le finus d'incidence des rayons, à leur paſſage du verre dans l'air, ſuppoſé à leur finus de réfraction comme I à R : alors les rayons parallèles à l'axe du verre ſeront diſperſés à l'endroit où l'image de l'objet eſt repréſentée le plus diſtinctement ſur un petit cercle, dont le diamètre eſt à peu près $\frac{Rq}{Iq} \times \frac{S.\ cub}{D.\ quar}$: ce qui ſe déduit en calculant la diſperſion des rayons par la méthode des ſuites infinies, & en rejetant les termes qui ne ſont d'aucune conſidération. Or, ſi le finus d'incidence I eſt au finus de réfraction R comme 20 à 31, ſi D diamètre de ſphéricité du côté convexe eſt de 1200 pouces, & ſi S demi-diamètre de l'ouverture du verre eſt de 2 pouces ; le diamètre du petit cercle $\frac{Rq}{Iq} \times \frac{S.\ cub}{D.\ quar}$ ſera $\frac{31 \times 31 \times 8}{20 \times 20 \times 1200 \times 1200}$ ou $\frac{961}{72,000,000}$ parties d'un pouce. Mais le diamètre du petit cercle ſur lequel ces rayons ſont diſperſés par leur inégale réfrangibilité, ſera environ la 55e partie de l'ouverture du verre. Donc le défaut de réunion cauſé par

la sphéricité du verre, est au défaut de réunion causé par la différente (18) réfrangibilité des rayons, comme $\frac{963\ldots}{72,000,000}$ à $\frac{4}{55}$; c'est à dire, comme 1 à 5449; aberration qui relativement à l'autre ne mérite guères qu'on en tienne compte.

Mais, dira-t-on, si l'aberration de réfrangibilité est aussi considérable, comment les objets paroissent-ils aussi distinctement à travers les télescopes (19)? C'est parce que les rayons hétérogènes, loin d'être dispersés d'une manière uniforme sur cet espace circulaire, sont incomparablement plus denses au centre, & que du centre à la circonférence ils diminuent toujours de densité, jusqu'à devenir si rares aux bords du champ, qu'ils ne font plus d'impres-

(18) Ce sont ces défauts de réunion qu'on a désignés sous les dénominations, l'un d'*aberration de sphéricité*, l'autre d'*aberration de réfrangibilité*. *Note du Traducteur.*

(19) Tout ce que l'Auteur a dit jusqu'ici des télescopes, doit s'entendre des télescopes dioptriques ou lunettes. *Note du Traducteur.*

sion sensible sur l'organe de la vûe. Pour le démontrer : soit ADE un des cercles décrits autour du centre C par le demi-diametre AC ; & soit BFG un plus petit cercle concentrique, qui par sa circonférence coupe en B le diamètre AC. Or, si AC est divisé en N, on trouvera d'après mon calcul que la densité de la lumière en B est à sa densité en N, comme AB à BC ; & que toute la lumière du petit cercle BFG est à toute la lumière du grand cercle, comme l'excédent du quarré de AC sur le quarré de AB est au quarré de AC. Donc, si BC est la cinquième partie de AC, la lumière sera quatre fois plus dense en B qu'en N ; & toute la lumière du petit cercle sera à toute la lumière du grand cercle, comme 9 à 25. D'où il suit évidemment que la lumière rassemblée sur le petit cercle doit frapper l'organe beaucoup plus fortement que la lumière dispersée entre les circonférences du grand & du petit cercle. Fig. 17.

D'ailleurs il faut observer que le jaune & l'orangé sont les couleurs prismatiques les plus brillantes : elles seules affectent plus fortement l'organe de la vûe que toutes les autres agissant à la fois : ensuite, les couleurs qui ont le

plus d'éclat sont le rouge & le vert; le bleu n'est à proportion qu'une couleur foible & obscure; l'indigo & le violet sont des couleurs plus obscures, plus foibles encore; & elles méritent à peine qu'on en tienne compte. Il ne faut donc point placer l'image des objets au foyer des rayons de moyenne réfrangibilité, qui sont aux confins du vert & du bleu; mais il faut la placer au foyer des rayons qui sont aux confins de l'orangé & du jaune, c'est à dire, au foyer des rayons jaunes les plus éclatants. C'est par eux que doit se mesurer la réfraction des verres optiques. Que l'image des objets soit donc placée à leur foyer; & tous les rayons jaunes & orangés tomberont dans un cercle, dont le diamètre est environ la 250e partie de celui de l'ouverture de l'objectif. Si on ajoute à ces rayons la moitié des rouges & des verts les plus brillants (20), environ leurs trois cinquièmes tomberont dans ce cercle-là; les deux autres cinquièmes, dispersés tout au tour sur un espace

(20) C'est à dire, ceux qui de part & d'autre sont les plus proches des jaunes & des orangés.

double,

double, seront à peu près trois fois plus rares. De l'autre moitié des rouges & des verts (21), un quart environ tombera dans ce cercle ; les trois autres quarts, dispersés tout autour sur un espace environ quatre ou cinq fois plus grand, seront à peu près trente ou quarante fois plus rares que ceux que le cercle circonscrit.

Rendus aussi rares, ils pourront à peine affecter la vûe ; car le rouge foncé & le vert de saule sont des couleurs plus obscures que le reste. On peut, par la même raison, négliger le bleu, l'indigo, & le violet, couleurs encore plus obscures & plus rares. Ainsi, la lumière dense & vive, que le cercle circonscrit, obscurcira la lumière rare & foible, dispersée tout autour, & la rendra presque de nul effet. Or l'image sensible d'un point lumineux n'est guères plus large qu'un cercle dont le diamètre seroit le 250e partie de celui de l'ouverture de l'objectif d'une bonne lunette ; si on excepte cette lumière nébuleuse, foible, obscure, qui est autour, & à laquelle un observateur ne fera

(21) C'est à dire, des rouges foncés & des verts de saule.

presque aucune attention. Donc, dans une lunette qui auroit 4 pouces d'ouverture & 100 pieds de longueur, cette image n'excéderoit pas 1'', 45''' ou 2''; tandis que dans une lunette qui auroit 2 pouces d'ouverture & 20 à 30 pieds de longueur, elle occuperoit 5'' à 6''. Ce qui s'accorde fort bien avec l'Expérience: car quelques Astronomes ont trouvé que les diamètres des étoiles fixes, vues avec des lunettes de 20 à 60 pieds de longueur, étoient d'environ 5'' à 6'', ou tout au plus de 8'' à 10''.

Si on enfume légèrement l'objectif, afin de diminuer l'éclat de l'astre, la foible lumière qui environne son image disparoîtra; & si le verre est enfumé à certain degré, l'image approchera beaucoup plus d'un point mathématique. Par la même raison, cette partie irrégulière de lumière qui environne l'image de tout point lumineux, doit être d'autant moins sensible que la lunette est moins longue; car alors elle transmet moins de lumière à l'œil. Or que la distance incommensurable des étoiles fixes les fasse paroître comme autant de points, c'est ce qu'on peut inférer de ce qu'étant éclipsées par la lune, elles ne disparoissent

& ne reparoissent point par degrés, comme font les planettes, mais instantanément ou presque instantanément; car la réfraction de l'atmosphère de la lune prolonge un peu la durée de leur disparition & réapparition.

Mais à supposer que l'image sensible d'un point radieux soit même 250 fois moins large que l'ouverture de l'objectif, elle ne laisseroit pas d'être encore beaucoup plus grande qu'elle ne devroit, si elle étoit grossie par la seule sphéricité du verre. Sans la différente réfrangibilité des rayons hétérogènes, sa largeur, dans une lunette de 100 pieds de longueur sur 4 pouces d'ouverture, n'auroit que $\frac{961}{72,000,000}$ parties d'un pouce, comme on le prouve par le calcul. Ainsi, la plus grande aberration de sphéricité seroit à la plus grande aberration de réfrangibilité tout au plus comme $\frac{961}{72,000,000}$ à $\frac{4}{250}$, c'est à dire, comme 1 à 1200. Ce qui prouve bien que la vraie cause de l'imperfection des lunettes est, non pas la sphéricité des verres, mais la différente réfrangibilité des rayons.

Une autre preuve de cette vérité, c'est que l'aberration de sphéricité est comme le cube de l'ouverture de l'objectif. Ainsi, pour que des lunettes de différentes longueurs grossissent distinctement au même point, il faudroit que leurs ouvertures & leurs pouvoirs amplifiants fussent comme les cubes des racines quarrées de leurs longueurs; ce qui ne s'accorde point avec les faits. Mais l'aberration de réfrangibilité est comme l'ouverture de l'objectif. Ainsi, pour que des lunettes de différentes longueurs grossissent distinctement au même point, leurs ouvertures & leurs pouvoirs amplifiants doivent être comme les racines quarrées de leurs longueurs; ce qui s'accorde très-bien avec les faits. Une lunette de 60 pieds de longueur & de 32 lignes d'ouverture (*p.e*) grossit environ 120 fois aussi distinctement, qu'une lunette d'un pied de longueur & de 4 lignes d'ouverture grossit 15 fois.

Ainsi, sans la différente réfrangibilité des rayons, on pourroit rendre les lunettes beaucoup plus parfaites; en faisant des objectifs à eau. C'est ce qu'il est facile de faire voir.

Soit ADFC un objectif composé de deux verres Fig. 28.
ABED & BEFC, également convexes à l'extérieur, également concaves à l'intérieur, joints ensemble par leurs bords, & remplis d'eau. Le sinus d'incidence du verre dans l'air étant comme J est à R, & de l'eau dans l'air comme K est à R, par conséquent du verre dans l'eau comme J est à K; que D soit le diamètre de sphéricité des côtés convexes AGD & CHF; & que le diamètre de sphéricité des côtés concaves BME & BNE soit à D, comme la racine cubique de KK — KJ est à la racine cubique de RK — RJ: cela posé, il est clair que les réfractions aux côtés concaves de ces verres corrigeroient infiniment les réfractions aux côtés convexes, en tant qu'elles tiennent à la figure sphérique des verres; ce qui fourniroit une excellente méthode de perfectionner les lunettes: mais la différente réfrangibilité des rayons hétérogènes ne laisse d'autre moyen de réussir, que celui d'augmenter la longueur de ces instruments; à quoi la méthode de Huygens semble très-propre. Car les fort longs tuyaux sont embarrassants, sujets à se courber & sur-tout à vaciller; de façon que leur trem-

blotement continuel trouble la vision : inconvénients que n'a pas cette méthode, puisque l'oculaire se meut aisément, & que l'objectif, étant attaché à un mât droit & fort, devient fixe.

Voyant qu'il ne restoit point d'espoir de perfectionner les lunettes de longueurs données; j'imaginai, il y a quelque temps, un télescope dont un miroir métallique concave, travaillé sur une sphère d'environ 25 pouces de diamètre, forme l'objectif. Ainsi, cet instrument a près de 6 pouces & 3 lignes de longueur. L'oculaire est plan-convexe, le diamètre de sphéricité du dernier côté étant d'un cinquième de pouce; de sorte qu'il grossit 30 à 40 fois (22) : l'objectif souffre une ouverture de 16 lignes; elle n'est pourtant pas limitée par un diaphragme qui en recouvre les bords; elle l'est par le petit trou rond percé au milieu de la virole qui termine le tuyau, & qui fait fonction d'un diaphragme placé entre l'oculaire

(22) Je trouvai par une autre méthode qu'il grossissoit environ 35 fois.

& l'œil, pour intercepter une partie de la lumière vague qui environne l'image des objets & trouble la vision. Ayant comparé ce télescope à une assez bonne lunette de 4 pieds & à oculaire concave; je trouvai que l'image des objets avoit beaucoup plus de netteté, mais beaucoup moins de clarté; sans doute parce que la réflexion du métal occasionne une plus grande déperdition de lumière que la réfraction des verres, & parce que le télescope grossit un peu plus que la lunette. Car s'il ne grossissoit que 25 ou 30 fois, il auroit fait paroître l'objet avec plus de clarté. De deux instruments de cette espèce, que je fis il y a environ 16 ans, il m'en reste un qui peut servir à confirmer ce que j'avance; quoiqu'il soit un peu gâté, l'objectif ayant perdu plusieurs fois son poli, qu'on lui a rendu au moyen d'un cuir fort doux. Peu après que ces instruments furent finis, un artiste de Londres se mit à les imiter; mais comme il ne suivit pas ma méthode de polir les objectifs, ils se trouvèrent très-inférieurs aux miens, comme je l'ai appris d'un ouvrier qui avoit été employé à leur construction (F).

Voici ma méthode de polir les objectifs de métal. Je prends deux bassins de cuivre de six pouces de diamètre chacun, l'un convexe, l'autre concave, & formant des contre-parties parfaites. Ensuite je travaille le miroir concave sur le bassin convexe, jusqu'à ce qu'il en ait pris la forme & qu'il soit prêt à recevoir le poli. Puis j'étends une fort légère couche de résine fondue sur ce bassin convenablement échauffé, je l'égalise en la comprimant & en la frottant avec le bassin concave mouillé. A force de soins, je rends cette couche de l'épaisseur d'une pièce de cinq sols. Lorsque le bassin convexe est refroidi, je continue le même procédé pour achever de rendre cette couche la plus égale qu'il m'est possible; puis je la saupoudre de potée bien purgée, & je passe par dessus le bassin concave jusqu'à ce qu'elle ait cessé de craquer (23). Après quoi j'y travaille le miroir avec vivacité deux ou trois minutes de suite. Puis je recommence à saupoudrer &

(23) Cette précaution est indispensable pour rendre les particules de la potée adhérentes & égales à l'enduit: autrement, elles sillonneroient le miroir.

à travailler le miroir avec les mêmes précautions jusqu'à ce qu'il soit d'un beau poli, appuyant sur la fin de toutes mes forces & humectant la potée avec mon haleine. Le miroir doit avoir environ 4 lignes d'épaisseur sur deux pouces de diamètre, afin qu'il ne se fausse pas au travail.

De deux miroirs que j'avois travaillés de la sorte, l'un se trouvant meilleur que l'autre, je retravaillai celui-ci pour le bonifier : c'est ainsi que j'appris à polir, avant de construire les télescopes dont je viens de parler ; ce qui, au surplus, s'apprend beaucoup mieux par la pratique que par des préceptes. Mais comme le métal est plus difficile à polir que le verre, comme il est fort sujet à se ternir, & comme il réfléchit beaucoup moins de lumière qu'une glace étamée ; je conseillerois de substituer au miroir métallique un miroir de verre, fait d'une lame convexe-concave, d'égale épaisseur (24), & dont le côté convexe soit mis au tain. Il y

(24) Il importe que cette épaisseur soit parfaitement égale ; autrement, les objets paroîtroient colorés & confus.

a cinq à six ans que j'essayai de faire, avec un pareil miroir, un télescope d'environ quatre pieds de longueur, qui grossit environ 150 fois. Cet essai m'a prouvé que, pour porter l'instrument à sa perfection, il ne manquoit qu'un habile ouvrier. Car ce miroir avoit été travaillé par un de nos artistes de Londres, à la manière des verres de lunette : & quoiqu'il parût d'abord aussi bien fini que les objectifs le sont ordinairement, l'application du tain fit appercevoir aux surfaces du verre une multitude d'inégalités, qui rendoient confuse l'image des objets; car l'aberration des rayons réfléchis, produite par des inégalités à la surface d'un verre, est environ six fois plus considérable que l'aberration des rayons réfractés qui auroit la même cause. Au reste cette expérience me fit reconnoître que la réflexion qui a lieu à la première surface du verre, n'altère point la vision, comme je le craignois. Ainsi, rien ne manque pour perfectionner les télescopes de cette construction, que des artistes en état, non seulement de bien polir les verres, mais de leur donner une forme exactement sphérique. Je me souviens d'avoir une

fois fort amélioré l'objectif d'une lunette de 14 pieds, construite par un artiste de Londres; & cela sans autre art que d'appuyer très-légèrement à mesure que je le polissois avec de la potée sur un enduit résineux. Cependant je n'ai pas encore essayé si ce moyen suffiroit pour polir les objectifs étamés. Mais en l'essayant, il faut avoir soin que le dernier douci soit assez parfait pour que le poli exige beaucoup moins de force que les ouvriers n'ont coutume d'en employer : car en appuyant beaucoup, les verres se déforment nécessairement. Pour encourager les Opticiens, jaloux de perfectionner leur art, à essayer ce qu'on peut attendre des objectifs étamés, je vais décrire l'instrument catoptrique qui fait le sujet de cet article.

HUITIÈME PROPOSITION.

PROBLÈME II. *Donner le moyen d'accourcir les télescopes.*

ABDC est un verre concave-convexe, de même sphéricité & d'égale épaisseur, travaillé Fig. 19.

régulièrement, mis au tain du côté CD, & enchassé à l'une des extrémités d'un tuyau VXYZ bien noirci en dedans.

EFG* est un prisme de verre, fixé au milieu de l'autre extrémité du tuyau par le support FGK, auquel sa base est mastiquée. Ce prisme, rectangle en E, a les angles à sa base égaux: ses côtés FE, GE sont quarrés; le troisième forme un parallélogramme rectangle, dont la longueur est à la largeur en raison soudoublée de deux à un. Ce prisme se trouve placé de manière que l'axe du miroir ABDC passe perpendiculairement par le milieu du côté EF, conséquemment par le milieu du côté FG, à angles de 45°. Ainsi, le côté EF est tourné vers le miroir; & le prisme est à telle distance que les rayons PQ, RS, &c, qui tombent sur ce miroir parallèlement à l'axe, entrent dans le prisme par le côté EF, sont réfléchis par le côté FG, & sortent par le côté GE pour aller au point T, foyer commun du miroir ABDC & d'un oculaire plan-convexe H, au milieu duquel correspond un petit diaphragme, destiné à transmettre à l'œil les rayons qui doivent former l'image & à intercepter tous les autres.

Un instrument de ce genre, long de 6 pieds du miroir au foyer T, & bien fait, comportera une ouverture de 6 pouces, & grossira de deux à trois cent fois. Il convient de terminer l'ouverture par le trou H, plus tôt que de mettre un diaphragme devant le miroir. Que l'instrument soit long ou court, l'ouverture & le pouvoir amplifiant doivent être proportionnels au cube de la racine quarrée de sa longueur. Mais il importe que le miroir soit au moins d'un ou de deux pouces plus large que l'ouverture, & que le verre dont il est fait soit assez épais pour ne pas se déformer au travail. Le prisme EFG sera d'une grosseur convenable; & son côté FG ne doit pas être mis au tain, car il n'en réfléchira pas moins la lumière incidente.

Cet instrument représentera les objets renversés; mais on les redressera en faisant convexes (25) les côtés quarrés EF & EG du

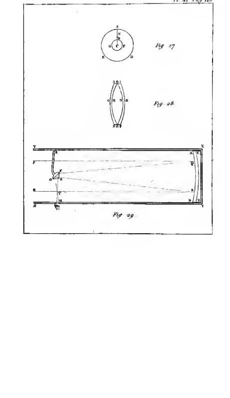
(25) Configurés de la sorte, les côtés du prisme font l'effet d'un second oculaire; aussi l'image est-elle un peu colorée dans ce cas, le télescope doit être plus long, pour permettre le dévelopement de l'image ren-

prisme, afin que les rayons puissent se croiser avant leur incidence sur le prisme & après leur émergence entre le prisme & l'oculaire. Si on désire que l'instrument comporte une plus grande ouverture; on composera le miroir de deux verres, dont l'espace intermédiaire sera rempli d'eau.

Au reste quoique l'exécution des télescopes ne laissât rien à désirer, il est constant qu'il ne sont susceptibles que d'un certain degré de perfection. Car l'air, au travers duquel nous regardons les astres, est dans une agitation continuelle; ce qui se remarque au vacillement de l'ombre d'une haute tour & à la scintillation des étoiles fixes. Vues au travers des lunettes de grande ouverture, ces étoiles ne scintillent point; car leurs rayons qui passent par différentes parties de l'ouverture, oscillant chacun à part (toujours d'une manière différente & quelquefois opposée), tombent en même temps sur différents points du fond de

---

versée qui se forme devant le prisme, & celui de l'image redressée qui se forme entre le prisme & l'oculaire.


Pl XI Pag 110
Fig 27
Fig 28
Fig 29

l'œil, où leurs oscillations deviennent trop vives & trop confuses pour être apperçues séparément. Or tous ces points, confondus par de courtes oscillations extrêmement promptes, produisent un large poin. lumineux, & font paroître l'étoile, non seulement plus grande qu'elle ne devroit, mais exempte de scintillation. Plus les télescopes ont de longueur, mieux ils peuvent représenter les objets avec clarté & sous un grand diamètre; mais on ne les rendra jamais exempts de cette confusion produite par le tremblotement de l'air. Le seul moyen d'y remédier seroit un air calme & serein, tel que celui qu'on respire sur le sommet des montagnes élevées au dessus de la région des vapeurs grossières.



LIVRE PREMIER.

SECONDE PARTIE.

PREMIÈRE PROPOSITION.

THÉORÈME I. *Les phénomènes des couleurs, dans les rayons réfractés ou réfléchis, ne viennent ni des confins de l'ombre, ni des modifications de la lumière qui seroit différemment agitée.*

Propofition dont la vérité eft prouvée par diverfes Expériences.

Fig. 30. I. EXPÉRIENCE. Après avoir introduit dans une chambre fort obfcure, par un trou F horizontalement oblong & d'une ligne & demie de hauteur, un faifceau de rayons folaires; faites-le paffer à 20 pieds du volet à travers un fort grand prifme ABC, dont l'axe foit parallèle

parallèle au trou; ensuite transmettez la partie blanche du faisceau émergent par un trou oblong H, parallèle au premier & d'un quart de ligne de hauteur, fait dans un diaphragme de carton noir placé à trois pieds du prisme; enfin à la distance de quelques pieds recevez sur un papier blanc *pt*, les rayons transmis. S'ils y peignent les couleurs prismatiques, le rouge en *t*, le jaune en *s*, le vert en *r*, le bleu en *q*, & le violet en *p*; on pourra, avec un fil d'archal ou tout autre corps mince & opaque, intercepter les rayons en *k*, *l*, *m*, *n*, ou *o*; & faire à volonté disparoître en *t*, *s*, *r*, *q*, ou *p* telle & telle couleur. Avec un corps un peu plus gros, on pourra intercepter deux, trois, quatre couleurs à la fois. Ainsi, chacune pourra confiner d'un côté à l'ombre, comme font le violet & le rouge; & chacune, restant seule, pourra même y confiner des deux côtés. Les couleurs souffrent donc indistinctement les confins de l'ombre, sans s'altérer; elles ne sont donc pas des modifications de la lumière produites par ces confins, comme certains Philosophes le veulent.

Au surplus l'Expérience réussira d'autant

mieux, que la chambre sera plus obscure, que le prisme sera plus grand, & que les trous F & H seront plus distants & plus petits, sans l'être trop néanmoins pour empêcher les couleurs d'être visibles.

Comme il est très-difficile de trouver un prisme de verre solide, assez grand pour cette Expérience, on le remplacera par un prisme fait de lames de verres & rempli d'eau salée.

Fig. 31. II. EXPÉRIENCE. Ayant introduit un faisceau de rayons solaires dans la chambre obscure par un trou rond F de 6 lignes de diamètre, je le fis passer au travers d'un prisme ABC, placé devant ce trou; puis au travers d'un objectif PT, de 4 pouces de diamètre & de 3 pieds de foyer, placé environ à 8 pieds du prisme. Ces rayons projetés en O, foyer de l'objectif, sur un papier blanc vertical DE, formoient un champ de lumière blanche. Mais lorsque le papier tournant autour d'un axe parallèle au prisme, se trouvoit fort incliné, comme dans la position *de* & *δε*, la lumière dans un cas paroissoit jaune & rouge, bleue dans l'autre cas. Ainsi, une seule & même

portion de lumière, dans un seul & même lieu, paroissoit, suivant les différentes inclinaisons du papier, tantôt blanche, tantôt jaune & rouge, tantôt bleue; quoique dans tous ces cas les confins de l'ombre & les réfractions prismatiques restassent absolument les mêmes.

Mais voici une autre Expérience analogue, encore plus facile.

III. EXPÉRIENCE. Qu'un gros faisceau de rayons solaires introduit dans la chambre obscure, & réfracté par un grand prisme ABC (dont l'angle réfringent ait plus de 60 degrés), soit projeté immédiatement après son émergence sur un carton blanchi DE. Si ce carton lui est perpendiculaire comme DE, le champ de lumière paroitra parfaitement blanc. Mais si le carton, toujours parallèle à l'axe du prisme, est fort incliné d'un côté, comme *de*; ce champ deviendra jaune & rouge. Si le carton est fort incliné de l'autre côté, comme *δε*, ce champ deviendra bleu & violet. Si le faisceau, avant son incidence sur le carton, est rompu deux fois du même côté par deux prismes parallèles; ces couleurs deviendront plus écla- Fig. 32.

taires. Observez que dans cette expérience la partie moyenne du champ est d'une couleur uniforme. Or cette partie, ne confinant point à l'ombre, ne peut en être modifiée. Mais sa couleur change suivant l'obliquité du carton, sans qu'il arrive aucun changement ni dans les réfractions ni dans l'ombre. La cause de ces couleurs est donc quelque autre chose, que de nouvelles modifications de lumière produites par des réfractions & des ombres.

D'où viennent ces couleurs? De ce que le carton en *d e* se trouvant plus incliné aux rayons les plus réfrangibles qu'aux rayons les moins réfrangibles, est plus fortement illuminé par les derniers que par les premiers. Les rayons les moins réfrangibles prédominent donc alors dans la lumière réfléchie; & toutes les fois qu'ils prédominent, ils la teignent de rouge & de jaune. Le contraire arrive lorsque le carton est en *δ ε*; alors les rayons les plus réfrangibles, prédominant à leur tour, teignent la lumière de bleu & de violet.

IV. EXPÉRIENCE. Il est de fait que les couleurs des bulles de savon changent de nature & de place, sans aucun rapport aux confins

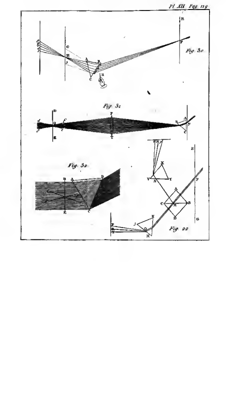
de l'ombre. Si on couvre une de ces bulles d'une petite cloche de verre pour la mettre à l'abri de l'air agité, ses couleurs changeront de place d'une manière lente & régulière, lors même que l'œil, la bulle, & les corps voisins qui lui jettent de la lumière ou de l'ombre, sont immobiles : elles viennent donc de quelque cause constante qui ne dépend pas des confins de l'ombre ; cause qui sera dévelopée dans le Livre suivant.

A ces Expériences on peut en ajouter d'autres ; telles que la X, où la lumière du soleil introduite dans la chambre obscure, & passant à travers les faces parallèles de deux prismes adossés en forme de parallélipipède, parut d'un jaune ou d'un rouge uniforme à son émergence. Ici les confins de l'ombre ne font pour rien dans la production des couleurs : car la lumière blanche se change successivement en jaune, en orangé, & en rouge, sans qu'il arrive le moindre changement à ces confins ; lors même qu'aux extrémités du champ des rayons qui émergent, où les confins opposés devroient produire des effets différents, la blancheur ou la couleur, successivement jaune, orangée, &

rouge reste uniforme ; tandis qu'au milieu de ce champ, où l'ombre ne sauroit se trouver, la couleur est la même qu'aux extrémités. Elle ne subit donc aucun de ces changemens que les confins de l'ombre sont supposés produire sur la lumière émergente des milieux qui l'ont réfractée.

Ces couleurs ne sauroient venir non plus de quelque nouvelle modification produite par la réfraction de la lumière : car elles changent successivement du blanc au jaune, à l'orangé, & au rouge, quoique les réfractions restent les mêmes, ou qu'elles se fassent en sens contraires aux faces parallèles des prismes, adossés de manière à s'y détruire mutuellement. Ces couleurs viennent donc d'une cause différente de la réfraction & des confins de l'ombre, cause qui a été suffisamment dévelopée à l'article de la X. Expérience.

Enfin observez que la lumière émergente, Fig. 22. étant rompue par un troisième prisme HJK, & projetée sur un papier PT, y peint les couleurs prismatiques. Si ces couleurs provenoient de certaines modifications occasionées par les réfractions prismatiques, elles ne seroient pas


Fig. 30
Fig. 31
Fig. 32
Fig. 22

dans cette lumière avant son incidence sur le prisme. Cependant on a vu qu'on les faisoit toutes disparoître, excepté le rouge, en tournant le parallélipipède sur son axe : or la lumière qui produisoit ce rouge, étoit précisément de même couleur avant son incidence sur le troisième prisme. Eh, combien d'autres Expériences démontrent qu'après avoir séparé les rayons hétérogènes, ceux de chaque espèce pris à part produisent une couleur qui ne peut être changée ni par réfraction ni par réflexion! Le contraire arriveroit pourtant, si les couleurs n'étoient que des modifications de la lumière produites par la réfraction, la réflexion, ou les confins de l'ombre.

C'est de cette immutabilité des couleurs qu'il sera question dans l'article qui suit.

SECONDE PROPOSITION.

THÉORÈME II. *Toute lumière homogène a sa couleur* (26) *propre, qui correspond à son*

(26) Si je parle de rayons colorés, c'est pour me conformer au langage vulgaire. Car, à proprement

degré de réfrangibilité; & cette couleur ne peut être changée ni par réflexion ni par réfraction (G).

Rappelons ici les Expériences de la IV. Proposition. Après avoir séparé les rayons hétérogènes les uns des autres, le spectre *pt* formé par ces rayons parut d'un bout à l'autre illuminé de différentes couleurs rangées dans cet ordre; violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, & rouge, avec toutes leurs nuances intermédiaires; de sorte qu'on appercevoit autant de couleurs différentes qu'il y avoit de différentes espèces de rayons.

V. Expérience. Que ces couleurs ne puissent pas changer de nature par réfraction, c'est ce que j'ai constaté en réfractant, au moyen

parler, les rayons ne sont pas colorés : ils sont simplement doués de la propriété de produire, sur l'organe de la vûe, la sensation de telle ou telle couleur; de même que, dans un corps sonore, le son n'est que la propriété d'agiter l'air de manière à exciter, dans l'organe de l'ouïe, la sensation de tel & tel son.

d'un prisme, chaque espèce des rayons hétérogènes pris en petit nombre, comme dans la XII Expérience de la I. Partie. Quelque souvent que fussent réfractés les rayons rouges, il n'en résultoit ni orangé, ni vert, ni bleu, ni indigo, ni violet, & toujours ils conservoient la même couleur. Celle des bleus, des jaunes, des verts, &c, étoit également immuable. De même en regardant à travers un prisme des corps illuminés par une lumière homogène, jamais ils ne parurent d'une couleur différente, & toujours on les voyoit aussi distinctement qu'à œil nud; tandis qu'illuminés par une lumiere hétérogène, ils paroissoient confusément, & chacun de diverse couleur. Les réfractions prismatiques n'altèrent donc point la couleur des rayons homogènes. Au reste c'est d'une altération sensible qu'il est ici question; car les rayons que je nomme homogènes, ne le sont pourtant pas à la rigueur: de leur hétérogénéité doit donc résulter un léger changement de couleur. Mais cette hétérogénéité étant aussi imperceptible qu'elle l'est dans les Expériences de la IV. Proposition, ce changement de couleur doit être

compté pour rien dans tous les cas où les sens sont juges.

VI. EXPÉRIENCE. Si ces couleurs ne peuvent point être changées par réfraction, elles ne peuvent point l'être non plus par réflexion. Car tous corps, blanc, gris, rouge, jaune, vert, bleu, violet, tels que le papier, les cendres, le vermillon, l'orpiment, l'indigo, l'azur, l'or, l'argent, le cuivre, l'herbe, les bluets, les violettes, les bulles de savon, les plumes de paon, la teinture du bois néphrétique, &c, étant exposés à une lumière rouge homogène, paroissent parfaitement rouges; bleus, à une lumière bleue; verts, à une lumière verte, &c. La seule différence qu'on observe entre eux, c'est que les uns réfléchissent plus ou moins de lumière que les autres.

Il suit de là bien évidemment que, si la lumière du soleil étoit un assemblage de rayons de même espèce, il n'y auroit dans la nature qu'une seule couleur; & il seroit impossible d'en produire aucune autre par réflexion ou réfraction. La diversité des couleurs vient donc nécessairement de ce que la lumière est composée de rayons de différentes espèces.

TROISIÈME PROPOSITION.

PROBLÊME I. *Déterminer la réfrangibilité des différents rayons homogenes, correspondante aux différentes couleurs.*

Pour résoudre ce problême, j'ai imaginé l'Expérience qui suit.

VII. EXPÉRIENCE. Les côtés rectilignes AF, GM, de l'image colorée du soleil étant terminés de même que dans la V EXPÉRIENCE de la I. PARTIE; toutes les couleurs s'y trouvent rangées comme dans le spectre (27) homogène, décrit à l'article IV. Or les cercles du spectre (28) hétérogène PT, qui sont superposés & confondus dans ses parties moyennes, ne sont point entremêlés dans ses parties extrêmes, contiguës aux côtés rectilignes AF, Fig. 35.

(27) Le spectre dont les couleurs sont composées chacune de rayons homogènes.

(28) Le spectre dont les couleurs sont composées chacune de rayons hétérogenes.

GM: aussi ces côtés ne changent-ils point de couleurs par la réfraction, dès qu'ils sont terminés nettement. D'ailleurs j'observai que, lorsqu'une droite, telle que $\gamma\delta$, coupoit le spectre en quelque endroit entre les deux cercles extrêmes TMF, PGA, de manière que ses extrémités fussent perpendiculaires aux côtés rectilignes, on voyoit sur toute cette ligne une seule & même couleur. Ainsi, après avoir tracé sur un papier le périmètre du spectre FAPGMT, je fis tomber le spectre même sur cette figure, de sorte qu'il s'y adaptât exactement. Tandis que je tenois ce papier, une personne dont la vue étoit pénétrante & qui pouvoit mieux que moi discerner les couleurs, tirant à travers le spectre les droites $\alpha\beta$, $\gamma\delta$, $\epsilon\zeta$, &c, marquoit les confins des couleurs; celles du rouge en M$\alpha\beta$F, de l'orangé en $\alpha\gamma\delta\beta$, du jaune en $\gamma\epsilon\zeta\delta$, du vert en $\epsilon\eta\theta\zeta$, du bleu en $\eta\iota\kappa\theta$, de l'indigo en $\iota\lambda\mu\kappa$, & du violet en λGAμ.

Cette opération ayant été répétée sur le même papier & sur plusieurs autres, les observations parurent s'accorder assez bien; & les côtés rectilignes MG, AF se trouvèrent

divisés par ces lignes transversales dans la proportion des longueurs du monochorde qui donnent les sept tons du mode mineur. Pour le prouver : GM étant mené en x, de sorte que Mx soit égal à GM, imaginez que Gx, λx, ιx, ηx, εx, γx, αx, Mx, sont proportionnellement entre eux comme les nombres 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$, qui représentent une tierce mineure, une quarte, une quinte, une sixte majeure, une septième, & une octave. Cela posé, les intervalles Mα, αγ, γε, εη, ηι, ιλ, λ & G, feront les espaces occupés par les différentes couleurs, le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo, & le violet.

Comme ces espaces soutendent les différences de réfraction des rayons qui vont jusqu'aux limites de ces couleurs, c'est à dire, jusqu'aux points M, α, γ, ε, η, ι, λ, G; ils peuvent être regardés, sans erreur sensible, comme proportionels aux différences des sinus de réfraction de ces rayons qui ont un sinus d'incidence commun. Et puisque le commun sinus d'incidence des plus réfrangibles & des moins réfrangibles, à leur passage du verre dans

l'air (29), est exactement à leur sinus de réfraction, comme 50 à 77 & 78 ; en divisant la différence des sinus de réfraction 77 & 78 de la même manière que la ligne GM est divisée par ces intervalles, on aura 77, $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{2}{3}$, $77\frac{7}{9}$, 78, pour sinus de réfraction de ces rayons. Ainsi, les sinus de réfraction des rayons rouges s'étendent depuis 77 jusqu'à $77\frac{1}{8}$; ceux des rayons orangés, depuis $77\frac{1}{8}$ jusqu'à $77\frac{1}{5}$; ceux des rayons jaunes, depuis $77\frac{1}{5}$ jusqu'à $77\frac{1}{3}$; ceux des rayons verts, depuis $77\frac{1}{3}$ jusqu'à $77\frac{1}{2}$; ceux des rayons bleus, depuis $77\frac{1}{2}$ jusqu'à $77\frac{2}{3}$; ceux des rayons indigos, depuis $77\frac{2}{3}$ jusqu'à $77\frac{7}{9}$; ceux des rayons violets, depuis $77\frac{7}{9}$ jusqu'à 78.

Telles sont les lois de la réfraction des rayons qui passent du verre dans l'air : d'où il est aisé de déduire les lois de la réfraction des rayons qui passent de l'air dans le verre.

VIII. EXPÉRIENCE. La lumière (qui de

(29) Voyez la septième Proposition de la première Partie.

l'air, passe dans différents milieux contigus, comme l'eau & le verre, d'où elle repasse dans l'air, reste blanche (H), soit que les surfaces réfringentes soient parallèles ou inclinées l'une à l'autre ; pourvu toutefois que les rayons émergents restent parallèles aux rayons incidents : sinon, elle paroît colorée à ses confins, & toujours d'autant plus colorée qu'elle s'éloigne davantage du dernier milieu d'où elle émerge. Ce dont je me suis assûré, en réfractant la lumière avec des prismes de verre plongés dans un vase prismatique plein d'eau. Dans le dernier cas, les rayons hétérogènes se séparent donc les uns des autres par l'inégalité de leurs réfractions ; ce qui n'arrive pas dans le premier cas. D'où je crois devoir déduire ces deux Théorèmes.

I. THÉORÈME. *Les excès des sinus de réfraction des rayons hétérogènes sur leur commun sinus d'incidence, lorsque les rayons traversent divers milieux plus denses que l'air, sont entre eux en proportion donnée.*

II. THÉORÈME. *Le sinus d'incidence est au sinus de réfraction des rayons homogènes, à*

leur passage d'un milieu dans un autre, en raison composée de celle du sinus d'incidence au sinus de réfraction au sortir du premier milieu dans le troisième, & de celle du sinus d'incidence au sinus de réfraction au sortir du troisième milieu dans le second.

Par le premier Théorème on connoît les réfractions que les rayons de chaque espèce souffrent en passant d'un milieu quelconque dans l'air, la réfraction des rayons d'une seule espèce étant déterminée. Par exemple, si on veut connoître les réfractions de ces rayons à leur passage de l'eau de pluie dans l'air, il suffira de soustraire des sinus de réfraction le commun sinus d'incidence du verre dans l'air : les excès seront 27, $27\frac{1}{8}$, $27\frac{1}{5}$, $27\frac{1}{3}$, $27\frac{1}{2}$, $27\frac{2}{3}$, $27\frac{7}{9}$, 28. Ainsi, supposé que le sinus d'incidence des moins réfrangibles soit à leur sinus de réfraction comme 3 à 4 : en faisant cette proportion, 1, différence de ces sinus, est à 3, sinus d'incidence, comme 27, le plus petit de ces excès, est à 81 ; 81 sera donc le commun sinus d'incidence, au passage de l'eau de pluie dans l'air. Or, si on ajoûte à ce sinus tous les excès en question, on aura 108, $108\frac{1}{8}$, $108\frac{1}{5}$, $108\frac{1}{3}$, $108\frac{1}{2}$,

$108\frac{1}{9}$, $108\frac{1}{3}$, $108\frac{7}{9}$, 109, finus de réfraction cherchés.

Par le fecond Théorème on trouve la réfraction des rayons à leur paffage d'un milieu dans un autre, dès qu'on connoît leurs réfractions à leur paffage de ces deux milieux dans un troifième. Par exemple, fi le finus d'incidence d'un rayon quelconque, paffant du verre dans l'air, eft à fon finus de réfraction comme 20 à 31 ; & fi le finus d'incidence du même rayon, paffant de l'air dans l'eau, eft à fon finus de réfraction comme 4 à 3 : le finus d'incidence de ce rayon, paffant du verre dans l'eau, fera à fon finus de réfraction comme 20 à 31 & 4 à 3 conjointement; c'eft à dire, comme le produit de 20 par 4 eft au produit de 31 par 3, ou comme 80 eft à 93.

Ces Théorèmes une fois admis, il feroit aifé de traiter l'Optique avec beaucoup d'étendue & d'une manière toute nouvelle, non feulement en faifant voir ce qui tend à perfectionner la vifion médiate, mais encore en déterminant mathématiquement toutes fortes de phénomènes concernant les couleurs qui peuvent être produites par la réfraction; puifqu'à ce

dernier égard, il suffit de trouver les séparations des rayons hétérogènes, leurs divers mélanges, & les proportions de chacun de ces mélanges. C'est par cette méthode que j'ai découvert presque tous les phénomènes décrits dans cet ouvrage; & par le succès des expériences que j'ai faites, j'ôse assûrer que quiconque commencera par raisonner juste, & fera ensuite des expériences de ce genre avec de bons verres & les précautions requises, réussira infailliblement dans son attente. Mais il faut, avant tout, savoir quelle couleur doit résulter du mélange d'autres couleurs quelconques, combinées en proportion déterminée.

QUATRIÈME PROPOSITION.

THÉORÈME III. *On peut composer des couleurs semblables aux homogènes pour le coup d'œil, non pour l'immutabilité; couleurs d'autant plus foibles qu'elles sont plus composées, & si foibles enfin qu'elles disparoissent pour se changer en blanc ou en gris. On peut aussi composer des couleurs différentes de chacune des couleurs simples.*

D'un mélange de rouge & de jaune homogènes résulte un orangé, qui paroît semblable à celui du spectre; mais qui n'est pas homogène, puisqu'il se résoud en ses éléments lorsqu'on le regarde au travers d'un prisme.

Il en est de même des couleurs intermédiaires. Ainsi, un mélange de jaune & de vert homogènes, donne la couleur qui les sépare dans le spectre. Si on ajoûte du bleu au mélange, il en résultera un vert qui tiendra le milieu entre ces trois couleurs constituantes. Si le jaune & le bleu sont en quantités égales, le vert ne tirera pas plus sur l'un que sur l'autre. A ce vert composé ajoûte-t-on un peu de rouge & de violet? il devient moins vif. A mesure qu'on augmente la quantité du rouge & du violet, il s'affoiblit de plus en plus jusqu'à ce qu'il change de teinte, ou devient blanc.

A une couleur homogène quelconque, si on ajoûte de la lumière immédiate du soleil, qui est composée de toutes les espèces de rayons; cette couleur s'affoiblira sans changer de teinte.

Enfin le rouge & le violet, mêlés en différentes proportions, produisent diverses espèces de pourpre, qui ne ressemblent à aucune des

couleurs homogènes. De ces pourpres mêlés avec le jaune & le blanc, on peut encore faire d'autres couleurs.

CINQUIÈME PROPOSITION.

THÉORÈME IV. *La blancheur de la lumière solaire résulte de toutes les couleurs primitives mêlées dans une juste proportion; & avec des couleurs matérielles on peut composer le blanc, & tous les gris entre le blanc & le noir.*

Fig. 34. IX. EXPÉRIENCE. Le spectre PT, ayant été projeté sur un mur au fond d'une chambre obscure, je tins tout auprès un morceau de papier blanc V, de manière qu'il fût illuminé par les rayons réfléchis, sans en intercepter aucun dans leur trajet du prisme au mur. Alors j'observai que le papier paroissoit teint de la couleur dont il étoit le plus proche: mais s'il étoit à peu près à égale distance de chacune, également illuminé par toutes ces couleurs à la fois, il paroissoit blanc. La situation du papier restant la même, si quelque couleur venoit à être interceptée, il perdoit aussi tôt sa blancheur,

pour prendre la teinte des rayons qui n'étoient pas interceptés. Ainsi, ces rayons retenoient chacun leur propre couleur, avant de tomber sur le papier qui les réfléchissoit à l'œil. De sorte que, si chaque espèce eût été seule ou de beaucoup prédominante, elle seule auroit coloré le papier; mais se trouvant mêlée avec les autres dans une proportion convenable, elle faisoit paroître blanc le papier: la blancheur résulte donc de leur mélange.

Ces rayons conservoient aussi chacun leur propre couleur en tombant sur le papier V dans leur trajet du spectre à l'œil, puisqu'ils faisoient voir les différentes parties de cette image sous leurs propres couleurs. Or c'est en vertu de leur parfait mélange, qu'ils rendoient blanche la lumière réfléchie par ce papier.

X. EXPÉRIENCE. Après avoir fait passer l'image solaire PT à travers un objectif MN, de 5 pouces d'ouverture, de 6 pieds de foyer, & distant du prisme ABC d'environ 6 pieds; si elle est projetée sur un papier blanc vertical DE, placé avant le foyer de l'objectif, comme en *de*, elle paroitra avec des couleurs très- Fig. 35.

vives. Mais à mesure qu'on approche le papier du foyer, toutes les couleurs concentrées en un plus petit espace s'entremêlent & s'affoiblissent toujours de plus en plus ; jusques à ce qu'au foyer même leur mélange est si intime, qu'elles s'évanouissent tout à fait pour former un champ circulaire d'une parfaite blancheur. Passé ce point, les rayons convergents deviennent divergents ; alors leurs couleurs reparoissent, mais dans un ordre opposé.

Fixons à présent le papier au foyer G, & considérons-en la blancheur. Elle résulte du mélange des rayons qui convergent : car si une ou plusieurs especes de ces rayons sont interceptées proche de l'objectif, la blancheur du champ disparoitra aussi tôt, pour faire place (30) à la teinte qui résulte du mélange des couleurs restantes ; puis elle se rétablit, dès

(30) Si le violet, le bleu & le vert sont interceptés ; le jaune, l'orangé, & le rouge qui restent composeront une espèce d'orangé : si on laisse ensuite passer les rayons interceptés, ils se mêleront avec cet orangé & reproduiront du blanc.

De même si le rouge & le violet sont interceptés ;

que les couleurs cessent d'être interceptées. Or en se combinant pour former le blanc, les différents rayons ne souffrent aucun changement dans leurs qualités colorifiques, & n'agissent point l'un sur l'autre ; ils se mêlent donc simplement. C'est ce qui paroitra encore mieux par les épreuves suivantes.

Le papier étant au delà du foyer comme en *de*, qu'on intercepte & qu'on transmette alternativement le rouge, il n'arrivera aucun changement au violet ; ensuite qu'on intercepte & qu'on transmette alternativement le violet, il n'arrivera aucun changement au rouge : les rayons hétérogènes n'agissent donc pas les uns sur les autres au foyer où ils se mêlent.

Si on regarde au travers d'un prisme l'image blanche solaire, on la verra oblongue & colorée. Qu'on intercepte le rouge à son entrée dans l'objectif, & qu'ensuite on le laisse passer ; il disparoitra de l'image colorée & reparoitra autant de fois, mais le violet ne souffrira aucun

---

le jaune, le vert, & le bleu qui restent composeront une espèce de vert ; puis en les laissant passer, ils se mêleront avec ce vert & reproduiront du blanc.

changement. Pareillement qu'on intercepte le bleu à son entrée dans l'objectif, & qu'on le laisse passer ensuite ; il disparoitra & reparoitra autant de fois, mais le rouge ne souffrira aucun changement. Le rouge & le bleu dépendent donc chacun d'une différente espèce de rayons, qui se mêlent au foyer G sans agir les uns sur les autres. Il en est de même de chacune des couleurs primitives.

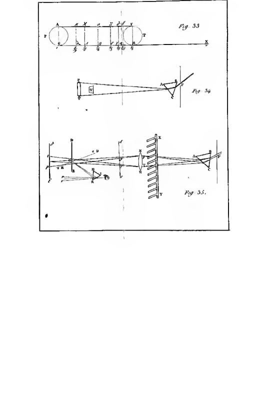
Lorsque les rayons sont convergents, les plus réfrangibles P*p*, & les moins réfrangibles T*t*, se trouvent inclinés entre eux. Si le papier interposé au foyer G étoit fort oblique, il pourroit réfléchir les uns en plus grand nombre que les autres ; leur champ seroit donc de la teinte des rayons prédominants, dans l'hypothèse toutefois que les rayons retiennent chacun leur propre couleur : car s'ils ne se soient que concourir chacun à part à exciter la sensation du blanc, ils conserveroient toujours la même propriété, quelles que fussent leurs réflexions. Or ayant incliné le papier de maniere que les plus réfrangibles fussent réfléchis en plus grand nombre, comme dans la II

EXPÉRIENCE de cette PARTIE ; bientôt le champ de lumière parut successivement bleu, indigo, & violet. Puis ayant incliné le papier de manière que les moins réfrangibles fussent réfléchis en plus grand nombre ; le champ parut successivement jaune, orangé, & rouge.

Enfin ayant mis le papier au foyer de l'objectif, les rayons rassemblés y formèrent une image circulaire du soleil. Alors je plaçai tout auprès de l'objectif un instrument XY en forme de peigne, dont les dents au nombre de seize avoient chacune environ 18 lignes de largeur, & leurs interstices chacun environ 24 lignes : ainsi, une partie des rayons étoit interceptée par l'interposition de chaque dent ; tandis que les autres, passant par les interstices contigus, tomboient sur le papier & rendoient l'image oblongue d'une couleur mixte, produit de celles qui n'étoient pas interceptées. En fesant mouvoir le peigne, cette couleur varioit continuellement, car chaque dent passant à son tour devant l'objectif, toutes les couleurs se succédoient l'une à l'autre. Cette succession, très-distincte lorsque le mouvement du peigne étoit lent, devenoit très-confuse lorsque le mouvement du peigne étoit rapide. Fig. 35.

Etoit-il assez rapide pour que les couleurs ne pussent plus être distinguées? elles sembloient disparoître totalement, & de leur mélange confus résultoit en apparence une blancheur uniforme: d'où il suit que les rayons retiennent tous leur couleur propre, jusqu'à ce qu'ils parviennent au *sensorium commun.* Que si leurs impressions se suivent assez lentement pour qu'elles se fassent chacune à part; il en résultera des sensations distinctes de chaque couleur, malgré leur succession continuelle. Mais si leurs impressions sont assez promptes pour qu'elles ne puissent se faire chacune à part; il en résultera la sensation du blanc, sensation mixte qui participe indifféremment de celles de toutes les couleurs.

Quand un charbon allumé est mu avec vélocité en rond, il fait paroître un cercle de feu; parce que l'impression que sa présence dans chaque point du cercle excite sur le *sensorium*, dure jusqu'à ce qu'il soit revenu au même point. Ainsi, dans une succession rapide de couleurs, l'impression de chacune subsiste pendant la révolution entière de toutes les autres: leurs impressions existent donc à la fois


Fig. 33
Fig. 34
Fig. 35.

dans le *fenforium*, où leur mélange produit la fenfation du blanc.

Maintenant qu'on retire le peigne, pour que toutes les couleurs tranfmifes de l'objectif au papier s'y mêlent & en foient réfléchies à la fois; leurs impreffions fur le *fenforium*, étant mieux unies, y exciteront une plus vive fenfation du blanc.

On peut fubftituer à l'objectif deux prifmes HJK & LMN, pour réfracter en un fens contraire au premier la lumière colorée, & faire que les rayons convergents fe réuniffent en G: or à l'endroit où ils fe mêlent, ils compofent une lumière blanche comme fait l'objectif. Fig. 36.

XI. EXPÉRIENCE. Après avoir projeté le fpectre PT fur un mur au fond de la chambre obfcure, fi d'un point donné on regarde cette image à travers le prifme *abc* tenu parallèlement au prifme ABC qui la forme, de forte qu'elle foit abaiffée en S par la réfraction; on la verra oblongue & colorée comme à vûe fimple. S'approche-t-on du lieu où elle paroît? Fig. 37.

on continue de la voir oblongue & colorée. Mais si on s'en éloigne, ses couleurs, se resserrant de plus en plus, s'évanouissent enfin tout à fait : alors on la voit parfaitement ronde & blanche, comme en S. Si on s'en éloigne davantage ; ses couleurs reparoitront, mais en ordre inverse.

L'image S paroît blanche, lorsque les rayons hétérogènes, qui de ces divers endroits se réunissent au prisme *abc*, souffrent des réfractions si inégales, qu'en passant du prisme à l'œil ils divergent d'un seul point de l'image S, & tombent sur un seul point au fond de l'œil, où ils sont mêlés & confondus.

Au reste si les couleurs de l'image PT sont successivement interceptées par les dents du peigne, l'image S paroitra formée de couleurs successives, tant que le peigne sera mu lentement. Mais si son mouvement devient assez accéléré, pour que la succession des couleurs soit si rapide qu'on ne puisse les distinguer l'une après l'autre ; la sensation confuse de leur mélange fera paroître blanche cette image.

XII. EXPÉRIENCE. Le soleil donnant à

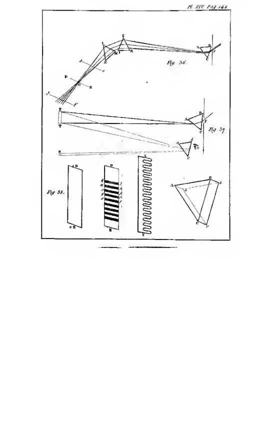
travers un gros prisme ABC sur un peigne XY Fig. 36.
placé immédiatement après ; je fis tomber les rayons transmis par les interstices des dents sur un papier blanc DE. Ces dents, égales à leurs interstices, avoient chacune un peu moins d'une ligne de largeur. Lorsque le papier étoit environ à 2 ou 3 pouces du peigne, la lumière qui passoit par ces interstices peignoit tout autant de rangs de couleurs *kl*, *mn*, *op*, *qr*, &c. parallèles entre eux, contigus, & sans aucun mélange de blanc. Lorsqu'on fesoit continuellement mouvoir le peigne de bas en haut & de haut en bas, ces couleurs montoient & descendoient sur le papier. Lorsque le mouvement du peigne étoit très-prompt, les couleurs n'étoient plus distinctes & le papier paroissoit blanc.

Le peigne étant immobile, si on éloignoit du prisme le papier, on voyoit les divers rangs de couleurs s'étendre & se dilater, en rentrant de plus en plus l'un dans l'autre. Enfin lorsque le papier étoit environ à un pied du peigne, comme en 2 D 2 E; les couleurs s'affoiblissoient si fort par leur mélange, qu'elles paroissoient former du blanc : ce qui se voyoit au mieux, lorsqu'on interceptoit les rayons

transmis par quelque interstice ; car alors les rayons des rangs contigus coloroient l'espace abandonné, & cet espace redevenoit blanc dès que ces rayons n'étoient plus interceptés.

Supposons le papier 2 D 2 E fort incliné aux rayons incidents, de sorte que les plus réfrangibles soient réfléchis en plus grand nombre que les autres ; par leur excès, la blancheur fera place à une teinte bleue & violette. Ensuite supposons le papier également incliné en sens contraire, de sorte que les moins réfrangibles soient réfléchis en plus grand nombre que les autres ; par leur excès, la blancheur fera place à une teinte jaune & rouge. D'où il suit que les différents rayons retiennent toujours leurs qualités colorifiques, puisque ceux d'une couleur quelconque la font paroître dès qu'ils deviennent prédominants.

De ce principe appliqué à la III Expérience de cette Partie, on peut inférer que la blancheur des rayons refractés est produite par le mélange des différentes couleurs, même à leur émergence, où elle paroît tout aussi vive qu'avant leur incidence.


Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.

XIII. Expérience. Dans celle qui précède, chaque interstice des dents du peigne fait fonction de prisme, puisqu'il produit des phénomènes semblables. Ainsi, substituant des prismes à ces interstices, j'essayai de composer du blanc par le mélange des couleurs qu'ils donnoient : voici de quelle manière. Je pris deux prismes ABC & *abc*, dont les angles réfringents B & *b* étoient égaux. Je les plaçai parallèlement, fort près l'un au dessus de l'autre, de manière que leurs faces CB & *cb*, d'où émergeoient les rayons, correspondoient exactement. Ensuite je reçus ces rayons sur le papier MN, à la distance de 8 à 10 pouces ; alors les couleurs produites par les extrémités rapprochées B & *c* des prismes se mêlèrent en PT, & produisirent du blanc. Mais dès qu'on retiroit l'un des prismes, les couleurs produites par l'autre paroissoient sur cet espace PT ; & dès que le prisme étoit remis dans la même position, aussi tôt le mélange des couleurs des deux prismes reproduisoit du blanc. (31) Fig. 39.

(31) Cette Expérience réussit pareillement, quoique l'angle *b* du prisme inférieur soit un peu plus grand que

Pour que cette expérience réüssisse, il suffit que tous les rayons hétérogènes soient mêlés sur le papier en PT. Si les plus réfrangibles émergents du prisme supérieur occupent tout l'espace de M en P, les plus réfrangibles émergents du prisme inférieur doivent occuper tout l'espace de P en N. De même si les moins réfrangibles émergents du prisme supérieur occupent tout l'espace MT, les moins réfrangibles émergents du prisme inférieur doivent occuper tout l'espace TN. A l'égard des rayons intermédiaires émergents du prisme supérieur, si une espèce est dispersée sur l'espace MQ, une autre sur l'espace MR, & une autre sur l'espace MS; les espèces respectives des rayons qui émergent du prisme inférieur doivent illuminer les espaces QN, RN, SN: & ainsi du reste. Par ce moyen les rayons de chaque espèce, dispersés d'une manière égale & uniforme sur tout l'espace MN, doivent donner par-tout le même mélange.

---

l'angle B du prisme supérieur, quoique les angles internes B & *c* soient un peu espacés, & quoique les plans réfringents BC & *bc* ne soient placés ni directement ni parallèlement entre eux.

Puis

Puis donc que ce mélange produit du blanc dans les espaces intérieurs MP & TN, il doit aussi en produire dans l'espace intermédiaire PT. De là vient la blancheur de la lumière dans cette Expérience.

Enfin si, au moyen des dents d'un peigne de grandeur convenable, on intercepte alternativement les rayons colorés qui des deux prismes tombent sur l'espace PT; il arrivera toujours que, fesant mouvoir le peigne lentement, cet espace paroitra coloré : mais il paroitra blanc, si le mouvement du peigne est accéléré au point qu'on ne puisse pas distinguer les couleurs.

XIV. EXPÉRIENCE. Jusqu'ici on a vu le blanc résulter du mélange des couleurs prismatiques. Pour le voir résulter du mélange des couleurs matérielles, qu'on prenne de l'eau de savon un peu épaissie, qu'on la fasse mousser, & qu'on la regarde avec attention; on appercevra diverses couleurs à la surface de chaque bulle dont la mousse est composée. Mais si on s'éloigne au point de ne pouvoir

distinguer les couleurs, la mousse paroîtra d'une blancheur parfaite.

XV. EXPÉRIENCE. Enfin, essayant de composer du blanc par le mélange de poudres colorées dont se servent les peintres, j'observai que toutes ces poudres éteignent une partie considérable de la lumière dont elles tirent leur éclat. Car elles ne paroissent colorées qu'à raison de la lumière de leur propre couleur, qu'elles réfléchissent en plus grande quantité que celle des autres couleurs. Néanmoins elle ne la réfléchissent pas en aussi grande quantité que le font les corps blancs. Si on expose du vermillon ou du papier blanc aux rayons du spectre; le papier aura plus d'éclat que le vermillon : il réfléchit donc les rayons rouges en plus grande quantité. Il réfléchira pareillement en plus grande quantité les rayons d'une autre couleur.

La même chose arriveroit à l'égard de toute autre poudre différemment colorée : ainsi, il ne faut pas prétendre que le mélange de ces sortes de poudres produise un blanc vif & pur, comme celui du papier; il n'en peut

résulter qu'un blanc obscur, tel que celui d'un mélange de lumière & d'ombre, ou de blanc & de noir, c'est à dire, une espèce de gris foncé.

J'ai souvent obtenu un pareil blanc d'un mélange de poudres colorées. Par exemple, une partie de minium & cinq parties de vert-de-gris triturées donnèrent un gris-fourn : mais telle est l'hétérogénéité de ces couleurs, que combinées en différentes proportions elles donnoient toujours des mélanges différemment colorés. D'une autre part, une partie de minium & quatre parties d'azur donnèrent un mélange brun-pourpre, qui devint brun-clair par l'addition d'une certaine quantité d'orpiment & de vert-de-gris. Mais l'Expérience réussit beaucoup mieux, en ajoutant peu à peu à l'orpiment certaine quantité de ce pourpre éclatant dont se servent les peintres, & cela jusqu'à ce que le mélange soit d'un rouge pâle; puis en y ajoutant un peu de vert-de-gris, & un peu plus d'azur, jusqu'à ce qu'il paroisse d'un gris-cendré. Comme les poudres de même espèce diffèrent en qualité, il est assez difficile de déterminer dans quelles pro-

portions elles doivent entrer dans le mélange; mais, en général, elles doivent y entrer en quantité d'autant plus considérable qu'elles sont plus obscures; car plus elles réfléchissent de lumière, plus elles contribuent à la blancheur. C'est le cas où se trouve l'orpiment dans la préparation précédente.

Ces couleurs grises peuvent aussi être produites par un mélange de blanc & de noir, & comme elles ne diffèrent du blanc parfait qu'en intensité de clarté, pour les rendre parfaitement blanches il ne faut qu'en augmenter suffisamment l'éclat. Or si, en les rendant plus éclatantes, on peut les porter à un degré parfait de blancheur, il suit de là que ces couleurs sont de la même espèce que le blanc parfait, & n'en diffèrent que par l'intensité de la lumière. C'est ce que prouve l'Expérience qui suit.

Ayant pris le tiers d'un mélange composé d'orpiment, de pourpre, d'azur, & de vert-de-gris, j'en étendis une couche assez épaisse sur le plancher de ma chambre, à un endroit où le soleil donnoit au travers d'une croisée ouverte. Ensuite je plaçai à côté, mais à l'ombre, un

morceau de papier blanc, à peu près de même étendue. Puis m'éloignant de 12 à 18 pieds, distance où je ne pouvois plus distinguer les inégalités de surface de la poudre, ni les petites ombres qu'elles produisoient : cette composition me parut d'un blanc si éclatant qu'il surpassoit celui du papier, sur-tout lorsque la lumière incidente sur le papier étoit interceptée par quelque nuage ; car alors il paroissoit gris, comme la poudre fesoit à la simple clarté du jour. En augmentant ou diminuant la lumière qui illumine la poudre & le papier, on peut trouver le point où l'une & l'autre paroitront d'une égale blancheur. Un jour que je fesois cette Expérience, un de mes amis m'étant venu voir, je l'arrêtai à la porte de la chambre, & sans lui dire ce dont il s'agissoit, je lui montrai du doigt les objets étendus sur le plancher, & lui demandai lequel étoit le plus blanc. Après les avoir examinés de sa place, il me répondit qu'ils étoient tous deux d'un fort beau blanc, mais qu'il n'en voyoit pas la différence. Or si on considère que la poudre exposée au soleil étoit composée d'orpiment, de pourpre, d'azur, & de vert-de-gris, on conclura avec raison

que le mélange des différentes couleurs peut faire un blanc parfait.

De ce qui précède il suit évidemment, que la blancheur de la lumière solaire est composée de toutes les couleurs que les rayons hétérogènes donnent à tout corps blanc, sur lequel ils tombent après avoir été séparés par leurs différentes réfractions : car leurs couleurs sont inaltérables ; & toutes les fois qu'ils sont mêlés de nouveau, ils reproduisent de la lumière blanche.

SIXIÈME PROPOSITION.

PROBLÊME II. *Dans un mélange de couleurs primitives, la qualité & la quantité de chaque couleur étant données, connoître la couleur du composé.*

Fig. 4. Du centre O & par le rayon OD soit décrit le cercle ADF, dont la circonférence sera divisée en sept parties DE, EF, FG, GA, AB, BC, CD, proportionnellement aux intervalles de ces tons d'une octave, *sol, la, fa, sol, la,*

mi, *fa*, *sol*; c'est à dire, proportionnellement aux nombres $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{9}$. Que DE représente le rouge, EF l'orangé, FG le jaune, GA le vert, AB le bleu, BC l'indigo, & CD le violet, seules couleurs simples connues. Si on conçoit ces couleurs passant de l'une à l'autre par les mêmes nuances qui se dévelopent lorsqu'on les sépare au moyen d'un prisme; la circonférence DEFGABCD représentera la suite entière des couleurs du spectre: de sorte que de D en E se trouveront toutes les nuances du rouge, & en E la couleur mixte intermédiaire; de E en F toutes les nuances de l'orangé, & en F la couleur mixte intermédiaire; de F en G toutes les nuances du jaune, & en G la couleur mixte intermédiaire; &c. Cela posé: soit p le centre de gravité de l'arc DE; & soient q, r, s, t, u, x, les centres de gravité des arcs EF, FG, GA, AB, BC, & CD respectivement. Puis autour de ces centres soient décrits des cercles proportionnels aux nombres des rayons de chaque couleur du mélange donné; c'est à dire, le cercle p proportionel au nombre des rayons rouges, le cercle q proportionel au nombre

des rayons orangés, &c. Enfuite qu'on trouve le commun centre de gravité de tous ces cercles *p*, *q*, *r*, *f*, *t*, *u*, *x*. Enfin en tirant de Z, pris pour ce centre, à la circonférence ADF, la ligne droite OY, le point Y placé dans la circonférence indiquera la couleur qui doit réfulter du concours de celles du mélange donné; & la ligne OZ fera proportionnelle à la plénitude de cette couleur, c'eft à dire, à fa diftance du blanc. Par exemple, fi Y tombe au milieu de F & G, la couleur compofée fera le meilleur jaune poffible; fi Y avance vers F ou G, la couleur compofée fera un jaune tirant fur l'orangé ou le vert. Si Z tombe fur la circonférence; la couleur fera extrêmement vive: s'il tombe à égale diftance de la circonférence & du centre; la couleur fera moitié moins vive, c'eft à dire, femblable à celle qui réfulteroit du jaune le plus vif & du blanc mêlés en même quantité: enfin, s'il tombe fur le centre O; la couleur fe perdra dans le blanc.

Mais il eft à obferver que, fi le point Z tombe fur la ligne OD ou tout auprès; alors le rouge & le violet étant les principaux éléments,

la couleur composée, différente (32) de toutes les couleurs prismatiques, formera un pourpre tirant sur le rouge ou le violet, à mesure que le point Z sera plus proche de E ou de C. Au reste, si on mêle en quantité égale seulement deux des couleurs prismatiques qui se trouvent opposées l'une à l'autre dans le cercle, le point Z tombera bien sur le centre O : mais la couleur composée sera foible & anonyme, au lieu de former un blanc parfait ; car il est manifeste que le mélange de deux seules couleurs primitives ne forme pas un vrai blanc. J'ignore si ce blanc peut résulter du mélange de trois couleurs simples, prises dans la circonférence à égales distances l'une de l'autre ; mais je suis presque assûré qu'il résulte du mélange de quatre ou cinq couleurs simples. Au reste, ce sont là des recherches curieuses qui contribuent peu ou point à la connoissance des phénomènes ; puisque dans les diverses espèces de blanc naturel, il y a un mélange de rayons de chaque espèce, c'est à dire, un mélange de toutes les couleurs.

(32) En général le violet composé a plus d'éclat & de feu que le violet simple.

Pour prouver cela par un exemple; ſuppoſé qu'une couleur ſoit compoſée d'une partie de violet & d'indigo, de deux parties de bleu, de trois parties de vert, de quatre parties de jaune, de cinq parties d'orangé, & de ſix parties de rouge : je commence par décrire des cercles x, u, t, s, r, q, p, proportionnels à ces parties reſpectivement; c'eſt à dire, tels que, ſi le cercle x eſt 1, le cercle u ſoit 1; le cercle t, 2; le cercle s, 3; & les cercles $r, q, \& p$, 5, 6, & 10. Enſuite je trouve Z commun centre de gravité de tous ces cercles; puis tirant par Z la ligne OY, le point Y tombera ſur la circonférence un peu plus près de E que de F: d'où je conclus que la couleur compoſée eſt un orangé tenant un peu plus du rouge que du jaune Je trouve auſſi que OZ eſt un peu moins que moitié de OY, & j'infère de là que cet orangé a un peu moins que moitié de l'intenſité d'un orangé ſimple, c'eſt à dire qu'il reſſemble à celui qui proviendroit d'un mélange d'orangé homogène & de bon blanc, d'après la proportion de la ligne OZ à la ligne ZY; proportion qui eſt fondée, non ſur la quantité des poudres orangée &

blanche mêlées, mais sur la quantité de lumière qui en est réfléchie.

Quoique cette règle ne soit pas d'une justesse mathématique, elle est pourtant assez exacte pour la pratique : & la vérité en sautera aux yeux, si on arrête une couleur quelconque à son entrée dans l'objectif, conformément à la X EXPERIENCE de la II. PARTIE de ce LIVRE ; car alors les autres couleurs qui passent jusqu'au foyer de l'objectif y composent exactement ou presque exactement la couleur qui, d'après cette règle, doit résulter de leur mélange.

SEPTIÈME PROPOSITION.

THÉORÈME V. *Toutes les couleurs produites par la lumière sont celles des rayons homogènes, ou de leurs mélanges faits exactement ou à peu près, suivant la règle du Problème précédent.*

Il a été démontré (33) que les changemens de couleur, produits par réfraction, ne vien-

(33) Voyez la Prop. I. de la I. Partie.

nent d'aucune modification que les rayons réfractés auroient éprouvée, ni de la manière dont la lumière & l'ombre se terminent, comme les Philosophes l'ont toujours cru.

Il a aussi été démontré (34) que les différentes couleurs des rayons homogènes correspondent toujours à leurs différents degrés de réfrangibilité, & (35) que ces différents degrés de réfrangibilité ne peuvent être changés ni par réfraction ni par réflexion, c'est à dire que leurs couleurs sont inaltérables.

Il a encore été démontré (36) qu'on ne peut changer les couleurs des rayons homogènes pris séparément, ni par des réfractions, ni par des réflexions multipliées.

Il a de plus été démontré (37) que, lorsque les rayons hétérogènes non séparés se croisent en traversant un espace quelconque, ils n'agissent pas l'un sur l'autre de manière à altérer leurs qualités colorifiques; mais que leurs im-

(34) Prop. I. de la I Partie, & Prop. II. de la II Partie.

(35) Proposition II. de la II Partie.

(36) Ibidem.

(37) Prop. V. de la II Part.

pressions confondues dans le *sensorium* excitent une sensation différente de celles qu'ils produiroient séparément, quoiqu'elle participe également de chacune; c'est à dire, la sensation du blanc, qui n'est autre chose qu'un mélange de toutes les couleurs particulières de ces rayons, conservées sans altération dans leur mélange. Ainsi, le blanc tient le milieu entre toutes les couleurs, & prend indifféremment la teinte de chacune en particulier. Une poudre rouge mêlée à une petite quantité de poudre bleue, ou une poudre bleue mêlée à une petite quantité de poudre rouge, ne perd pas entièrement sa couleur : mais une poudre blanche, mêlée à une poudre colorée quelconque, en prend aussi tôt la teinte.

Enfin il a été démontré, que, comme la lumière du soleil est composée de rayons de toute espèce, la blancheur est un mélange de tous ces rayons, originairement doués de différents degrés de réfrangibilité & de différentes qualités colorifiques inaltérables, qu'ils manifestent chaque fois qu'ils viennent à être séparés par réflexion ou réfraction.

De ces propositions bien démontrées dé-

coule la preuve de celle qui fait le sujet de cet article. Car si la lumière du soleil est composée de différentes espèces de rayons originairement doués d'un degré de réfrangibilité particulier à chacune, & de qualités colorifiques inaltérables; il est évident que toutes les couleurs de la Nature ne font autre chose que les qualités colorifiques des rayons de la lumière qui rend ces couleurs visibles.

Veut-on connoître la cause d'une couleur quelconque? Il suffira donc de considérer comment les rayons solaires ont été séparés ou combinés par réfraction, par réflexion, &c : ou bien il suffira de déterminer les différents rayons qui composent la lumière dont cette couleur provient; puis de faire voir, à l'aide du dernier Problême, quelle est la couleur qui doit provenir du mélange de ces rayons fait dans la proportion indiquée.

Au reste, il ne s'agit ici que des couleurs qui proviennent de la lumière : car il y en a qui tiennent à l'imagination, telles sont celles que nous voyons en songe, celles qu'un maniaque croit appercevoir, celles que nous appercevons

en nous frottant les yeux, ou en comprimant le coin de l'œil tandis que nous dirigeons la vûe du côté opposé. Dans tous les cas où de pareilles causes n'interviennent point, la couleur répond constamment à l'espèce ou aux espèces de rayons dont la lumière est composée; comme je l'ai remarqué dans les phénomènes que j'ai été à même d'examiner. On en verra des exemples dans les articles qui suivent, où les phénomènes les plus remarquables seront expliqués.

HUITIÈME PROPOSITION.

PROBLÊME III. *Par les propriétés déja découvertes de la lumière, rendre raison des couleurs produites par des prismes.*

Soit **ABC** un prisme qui réfracte les rayons solaires introduits dans la chambre obscure par un trou Fφ presque aussi large que le prisme; & soit **MN** un papier blanc sur lequel les rayons émergents sont projetés de manière que les violets foncés tombent sur l'espace Pπ; les rouges foncés, sur l'espace T?; ceux qui Fig. 41.

tiennent le milieu entre les indigos & les bleus, sur l'espace $Q\chi$; l'espèce moyenne des verts, sur l'espace $R\rho$; ceux qui tiennent le milieu entre les jaunes & les orangés, sur l'espace $S\sigma$; & les autres espèces intermédiaires, sur les espaces intermédiaires. De cette manière, les espaces sur lesquels les différentes espèces de rayons tombent en plein, seront plus bas l'un que l'autre. Si le papier MN est assez près du prisme pour que les espaces PT & $\pi\tau$ ne se joignent pas; l'espace intermédiaire $T\pi$, étant illuminé par tous les rayons hétérogènes encore confondus, sera blanc : mais les espaces PT & $\pi\tau$ de part & d'autre, n'étant pas de même illuminés par toutes les espèces de rayons, paroitront colorés, Or en P tombent les rayons extérieurs les plus réfrangibles; sa teinte doit donc être violette foncée. En Q, les indigos, mêlés aux violets, doivent produire une teinte violette-indigo. En R, les violets, les indigos, les bleus, & la moitié des verts doivent par leur mélange donner une teinte bleue-indigo. En S, tous les rayons entremêlés, à l'exception des orangés & des rouges, doivent composer un bleu foible verdâtre. Enfin de S en T, ce

T ce bleu doit toujours aller en s'affoiblissant, jusqu'à ce qu'en T, où tous les rayons commencent à se mêler, il soit changé en blanc.

De même dans l'espace πT, les rayons extérieurs les moins réfrangibles tombent en T; ainsi, sa couleur doit être rouge foncée. En π les orangés mêlés aux rouges doivent produire un rouge-orangé. En φ le mélange des rouges, des orangés, des jaunes, & de la moitié des verts, doit composer un jaune-orangé. En χ tous les rayons confondus, à l'exception des indigos & des violets, doivent composer un jaune foible verdâtre. Enfin ce jaune doit toujours aller en s'affoiblissant de χ en π, où par le mélange de tous les rayons il devient blanc.

Telles sont les couleurs qui paroîtroient, si la lumière du soleil étoit parfaitement blanche: mais comme elle est jaunâtre, les rayons jaunes prédominants, mêlés au bleu pâle qui se trouve entre S & F, font qu'elle approche d'un vert pâle. Ainsi, les couleurs prises de P en T doivent être le violet, l'indigo, le bleu, un vert fort foible, le blanc, un jaune pâle, l'orangé, & le rouge. C'est ce que le calcul établit & ce

que les faits confirment, quand on examine ces phénomènes.

Voilà les couleurs qui sont apparentes aux deux côtés du champ, lorsqu'on tient le papier entre le prisme & le point X, où les couleurs s'entrecoupent, & où le blanc intermédiaire s'évanouit.

Si le papier est à une plus grande distance du prisme, les rayons les plus réfrangibles & les moins réfrangibles manqueront au milieu du champ, & ceux qui s'y trouvent produiront par leur mélange un vert plus chargé qu'auparavant. Alors aussi le jaune & le bleu seront moins hétérogènes, conséquemment plus foncés; ce qui s'accorde encore avec l'expérience.

Si on regarde au travers d'un prisme un objet blanc environné de noir ou d'obscurité, les couleurs qui paroissent sur les bords viennent à peu près du même principe; comme le reconnoîtront ceux qui prendront la peine d'examiner avec soin ce phénomène.

Au contraire, si un objet noir est environné de blanc, les couleurs qui paroissent sur ses bords doivent être attribuées à la lumière du fond

qui se répand sur les parties voisines du noir : aussi ces couleurs paroissent-elles dans un ordre opposé.

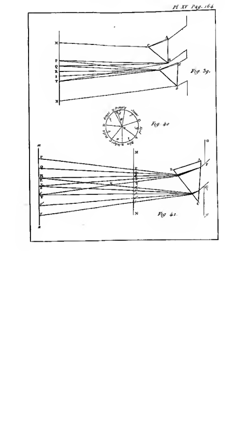
Il en est de même lorsqu'on regarde un objet dont quelques parties sont plus ou moins lumineuses : car aux confins de ces parties, les couleurs doivent toujours provenir de l'excès de la lumière des plus lumineuses ; avec cette différence, qu'elles seront plus foibles que si les parties obscures étoient noires.

Ce qui vient d'être dit des couleurs produites par le prisme, peut aisément s'appliquer aux couleurs produites par les verres d'une lunette, d'un microscope, ou par les humeurs de l'œil. Car si l'objectif est plus épais d'un côté, ou si une moitié de l'objectif ou de la cornée transparente est couverte d'une substance opaque quelconque ; la partie de l'objectif ou de l'œil qui n'est pas couverte, peut être considérée comme un coin à côtés recourbés : or un coin de verre ou de toute autre matière transparente fait l'office de prisme.

La lumière du soleil étant jaune, l'excès des rayons bleus dans un faisceau réfléchi peut

bien changer ce jaune en un blanc bleuâtre, non le rendre décidément bleu. Ainsi, voulant me procurer un meilleur bleu, je substituai, à la lumière directe du soleil, la lumière réfléchie par le ciel, en variant l'Expérience comme on va le voir.

Fig. 42. XVI. EXPÉRIENCE. Soit HFG un prisme en plein air, & S l'œil du spectateur appercevant le ciel par la lumière incidente sur le côté FJGK, réfléchie de dessus la base HEJG, & émergente par le côté HEFK. Si le prisme & l'œil sont placés de manière que les angles d'incidence & de réflexion à la base ayent près de 40 degrés; on verra un arc bleu MN, qui s'étendra d'un bout à l'autre de la base; la concavité de l'arc sera tournée vers le spectateur, & la partie JMNG au delà de l'arc paroitra plus brillante que la partie EMNH qui est en deçà. Cet arc bleu, n'étant produit que par la réflexion d'une surface spéculaire, est un phénomène si étrange & si difficile à expliquer par le systême des Philosophes, qu'il doit être jugé digne d'observation.


Pl XV Pag. 164
Fig 39.
Fig 40
Fig 41.

Pour en montrer la cause : que le plan ABC soit supposé couper perpendiculairement les côtés & la base du prisme : alors si de l'œil à la ligne BC, on mène les lignes Sp & St, qui fassent l'angle SpC de 50 degrés $\frac{1}{9}$, & l'angle StC de 49 degrés $\frac{1}{28}$; le point p sera le terme au delà duquel aucun des rayons les plus réfrangibles ne peut passer à travers la base, leur incidence étant telle qu'ils doivent tous être réfléchis ; & le point t sera le terme au delà duquel aucun des rayons les moins réfrangibles ne peut passer à travers la base, leur incidence étant telle qu'ils doivent tous être réfléchis : tandis que le point r, qui tient le milieu entre p & t, limitera de même les rayons de moyenne réfrangibilité. Ainsi, les moins réfrangibles qui tombent sur la base entre t & B, & qui peuvent parvenir à l'œil, seront tous réfléchis : mais entre t & C, plusieurs de ces rayons passeront à travers la base. D'une autre part les plus réfrangibles qui tombent sur la base entre p & B, & qui peuvent parvenir à l'œil, seront tous réfléchis : mais entre p & C plusieurs de ces rayons passeront à travers la base. Il en sera de même des

rayons de moyenne réfrangibilité des deux côtés du point *r*. D'où il suit que la base du prisme doit paroître blanche & brillante dans tout l'espace compris entre *t* & B, à raison d'une réflexion totale des rayons hétérogènes. Mais en *r* & en d'autres endroits entre *p* & *t*, où les plus réfrangibles sont tous réfléchis à l'œil, & où les moins réfrangibles sont transmis en grand nombre, l'excès des premiers doit faire paroître bleu-violet cet espace. C'est ce qui arrive en quelque partie de la base qu'on prenne la ligne C *p r t* B entre les bouts du prisme.

NEUVIÈME PROPOSITION.

PROBLÊME IV. *Par les propriétés de la lumière déja dèvelopées, rendre raison des couleurs de l'Arc-en-ciel.*

C'est un fait que l'Arc-en-ciel ne paroît jamais qu'où il pleut, tandis que le soleil luit. Et c'est un fait qu'on parvient à former des Iris, visibles d'un point convenable, en fesant jaillir de l'eau, de manière qu'elle re-

tombe en pluie, & qu'elle soit éclairée par le soleil. Aussi n'ignore-t-on plus aujourdhui que l'Arc-en-ciel est produit par les rayons solaires réfractés & réfléchis dans des goutes de pluie. Vérité que les Anciens avoient entrevue, & que Marc-Antoine de Dominis, Archevêque de Spalatro, a mise hors de doute dans son Livre *De radiis visûs & lucis* : car au moyen de quelques Expériences faites avec des globes de verre, remplis d'eau & exposés au soleil, il a fait voir que l'arc intérieur est produit par deux réfractions & une réflexion intermédiaire; l'arc extérieur, par deux réfractions & deux réflexions intermédiaires.

Descartes, qui a suivi ces explications dans son Traité *De Metheoris*, a corrigé celle de l'arc extérieur. Mais comme ces Savants ignoroient l'un & l'autre la véritable origine des couleurs, il importe de reprendre l'examen de cette matière.

Pour démontrer la formation de l'Arc-en-ciel; soit BNFG une goute de pluie ou tout autre corps sphérique transparent, décrit par le centre C & l'intervalle CN. Et soit AN un Fig. 43.

des rayons solaires incidents sur cette sphère en N, où il est réfracté ; puis prolongé en F, où il est réfracté de nouveau, & d'où il sort suivant FV, ou se réfléchit vers G, pour se réfracter & sortir suivant GR, ou bien se réfléchit encore vers H, pour se réfracter & sortir suivant HS, coupant le rayon incident AN en Y. Cela posé, prolongez les rayons AN & RG jusqu'à ce qu'ils se rencontrent en X ; abbaissez ensuite sur AX & NF les perpendiculaires CD, CE, dont vous prolongerez la première jusqu'à ce qu'elle rencontre la circonférence en L. Enfin menez le diamètre BQ parallèlement au rayon incident AN, & faites que le sinus d'incidence (au passage des rayons de l'air dans l'eau) soit au sinus de réfraction, comme J est à R. Alors si vous concevez le point d'incidence N se mouvant sans interruption de B en L ; l'arc QF augmentera d'abord & diminuera ensuite, de même que l'angle AXR formé par les rayons AN & GR. Ainsi, l'arc QF, & l'angle AXR seront les plus grands, lorsque ND sera à NC comme $\sqrt{II - RR}$ à $\sqrt{3RR}$; dans ce cas NE sera à ND comme 2 R à J.

De même l'angle AYS, formé par les rayons AN & HS, diminuera d'abord, augmentera ensuite, & deviendra enfin plus petit, lorsque ND sera à CN comme $\sqrt{11-RR}$ à $\sqrt{8RR}$: dans ce cas, NE sera à ND comme 3R est à J.

De même aussi l'angle formé par le rayon émergent après trois réflexions, & par le rayon incident AN, parviendra à sa limite, lorsque ND sera à CN comme $\sqrt{11-RR}$ à $\sqrt{15RR}$: dans ce cas NE sera à ND comme 4R est à J.

De même encore l'angle, formé par le rayon émergent après quatre réflexions, & par le rayon incident AN, parviendra à sa limite, lorsque ND sera à NC comme $\sqrt{11-RR}$ est à $\sqrt{24RR}$: dans ce cas NE sera à ND comme 5R est à J. Ainsi de suite à l'infini; les nombres 3, 8, 15, 24, &c. se formant par l'addition continuelle des termes de la progression arithmétique 3, 5, 7, 9, &c. Ce que les Mathématiciens concevront sans peine.

Observons ici que ces angles arrivant à leurs limites par l'augmentation de la distance CD,

leur quantité ne varie que fort peu durant (38) quelque temps ; ainsi, les rayons qui tombent sur tous les points N du quart de cercle BL, sortiront en plus grand nombre dans les limites de ces angles que sous toute autre inclinaison.

Observons encore que les rayons différemment réfrangibles, ayant des angles différemment limités, sortiront (suivant leur degré de réfrangibilité) en plus grand nombre de différents angles : alors séparés les uns des autres, ils paroîtront chacun sous leur propre couleur.

Si on vouloit déterminer ces angles, on y parviendroit aisément d'après le Théorème qui précède. Car les sinus J & R, pour les rayons les moins réfrangibles, sont 108 & 81 : d'où il résulte par le calcul que le plus grand angle AXR est de 42° 2′ ; & le plus petit angle AYS, de 50° 57′. Mais pour les rayons les plus réfrangibles, les sinus J & R sont 109 & 81 :

(38) Ainsi, lorsque le Soleil vient aux Tropiques, les jours n'augmentent & ne diminuent que fort peu, durant un temps assez considérable.

d'où il résulte que le plus grand angle AXR est de 40° 17'; & le plus petit angle AYS, de 54° 7'.

L'œil du spectateur étant placé en O, & OP étant mené parallèlement aux rayons solaires; Soient donc POE, POF, POG, POH, des angles de 40° 17', de 42° 2', de 50° 57', & de 54° 7' respectivement: il est clair que ces angles étant supposés tourner autour de leur côté commun OP, leurs autres côtés OE, OF, OG, OH décriront les bords de deux Arc-en-ciels AFBE & CHDG. Car si E, F, G, H, sont des goutes de pluie placées en quelque endroit que ce soit des surfaces coniques décrites par OE, OF, OG, OH; & si elles sont éclairées par les rayons solaires SE, SF, SG, SH; l'angle SEO (étant égal à l'angle POE qui est de 40° 17') sera le plus grand sous lequel les rayons les plus réfrangibles puissent émerger après une réflexion; par conséquent toutes les goutes qui se trouvent sur la ligne OE, enverront à l'œil ces rayons en plus grand nombre possible: par ce moyen le violet le plus foncé sera vu en cet endroit. Fig. 44.

De même l'angle SFO (étant égal à l'angle POF qui est de 42° 2') sera le plus grand sous lequel les rayons les moins réfrangibles puissent émerger après une réflexion ; par conséquent toutes les gouttes qui se trouvent sur la ligne OF enverront à l'œil le plus grand nombre possible de ces rayons : par ce moyen le rouge le plus foncé paroitra en cet endroit.

Par la même raison les gouttes situées entre E & F enverront à l'œil le plus grand nombre possible des rayons de réfrangibilité moyenne, où ils feront apercevoir les couleurs intermédiaires. Ainsi, de E en F les couleurs de l'Iris paroitront dans cet ordre : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, & rouge. Mais le violet, étant mêlé avec la lumière blanche des nuées, paroitra foible en conséquence & tirant sur le pourpre.

D'une autre part l'angle SGO (étant égal à l'angle PQG qui est de 50° 57') sera le plus petit angle sous lequel les rayons les moins réfrangibles puissent émerger après deux réflexions : par conséquent ces rayons viendront à l'œil en plus grand nombre possible des gouttes qui se trouvent sur la ligne

OG, où ils feront paroître le rouge foncé. Pareillement l'angle SHO (étant égal à l'angle POH, qui est de 54° 7′) sera le plus petit angle sous lequel les rayons les plus réfrangibles puissent émerger après deux réflexions : par conséquent ces rayons viendront à l'œil en plus grand nombre possible des goutes qui se trouvent sur la ligne OH, & y feront paroître le violet foncé. De même les goutes qui sont entre G & H transmettront les rayons des couleurs intermédiaires suivant leurs degrés de réfrangibilité. Ainsi, de G en H, les couleurs de l'Iris paroîtront dans cet ordre : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, & violet. Comme les lignes OE, OF, OG, OH, peuvent être situées en quelque endroit que ce soit des surfaces coniques dont il est question ; ce qui vient d'être dit des goutes & des couleurs qui se voient sur ces lignes, doit être appliqué aux goutes & aux couleurs qui sont en tout autre endroit de cet surfaces.

C'est ainsi que se formeront deux arcs colorés : l'un interne, composé des plus vives couleurs par une seule réflexion ; l'autre externe,

composé de couleurs plus foibles par deux réflexions, car la lumière réfléchie plusieurs fois va toujours en s'affoiblissant.

Les couleurs respectives de ces arcs seront dans un ordre inverse; le rouge paroissant toujours à leurs bords les plus proches, & le violet à leurs bords les plus éloignés.

La largeur apparente de l'arc interne EOF, mesuré en travers, sera de 1° 45'; & celle de l'arc externe GOH, de 3° 10'. Quant à leur distance GOF, elle sera de 8° 55'; le plus grand demi-diamètre de l'arc interne (c'est à dire l'angle POF), de 42° 2'; & le plus petit demi-diamètre de l'arc externe POG, de 50° 57'.

Telles seroient les vraies mesures, si le soleil n'étoit qu'un point: mais à raison du diamètre apparent de cet astre, la largeur des arcs doit augmenter d'un demi-degré; & leur distance réciproque diminuer d'autant. Ainsi, la largeur de l'Iris interne sera de 2° 15'; celle de l'Iris externe, de 3° 40'; leur distance réciproque, de 8° 25'; le plus grand demi-diamètre du premier de 42° 17'; & le plus petit demi-diamètre du dernier, de 50° 42'. Ce qui

paroît à peu près d'accord avec l'expérience, quand les couleurs sont bien marquées. Un jour ayant mesuré un Arc-en-ciel à l'aide des instruments que j'avois sous la main, je trouvai que le plus grand demi-diamètre de l'Iris interne étoit environ de 42°; la largeur des teintes rouge, jaune, & verte de cette Iris, environ de 64', indépendemment de 3' ou 4', qu'on pouvoit ajouter à raison du rouge extérieur qui étoit affoibli par l'éclat des nuées d'alentour. La largeur du bleu avoit de plus 40', sans compter le violet, qui étoit si obscur que je ne pus en mesurer la largeur. Mais à supposer la largeur du bleu & du violet, pris ensemble, égale à celle du rouge, du jaune, & du vert pris ensemble; la largeur totale de cette Iris étoit environ de 2° 15', tandis que sa plus petite distance à l'autre Iris se trouvoit environ de 8° 30'. Quant à l'Iris externe, elle étoit plus large que l'interne; mais les teintes en étoient si foibles, qu'il ne me fut pas possible de les mesurer.

Une autre fois que les Iris paroissoient plus distinctes, je trouvai la largeur de l'interne de 2° 10' : à l'égard de l'externe, la largeur du rouge, du jaune, & du vert

étoit à la largeur des mêmes couleurs de l'autre Iris comme 3 à 2.

Notre explication de la formation de l'Arc-en-ciel est confirmée par une Expérience de Marc-Antoine de Dominis & de Descartes. Cette Expérience consiste à suspendre, au moyen d'une poulie, un globe de verre plein d'eau, à l'exposer au soleil au fond d'une chambre, & à placer l'œil de façon que les rayons émergents forment avec les rayons incidents un angle de 42° ou de 50°. Or
Fig. 44. si l'angle est de 42° à 43°, le spectateur placé en O verra du rouge fort vif sur le côté du globe opposé au soleil, comme cela est représenté en F: & si on diminue cet angle en faisant descendre le globe jusqu'en E, d'autres couleurs paroîtront successivement; savoir, le jaune, le vert, le bleu, &c. Mais quand on fait cet angle d'environ 50°, en haussant le globe jusqu'à G, il paroît du rouge sur le côté opposé au soleil: & quand on fait l'angle encore plus grand, en haussant le globe jusqu'en H, le rouge passe successivement au jaune, au vert, au bleu, &c. Les phénomènes sont les mêmes,

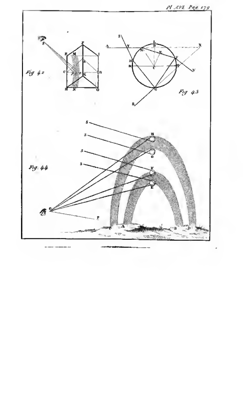
mêmes, quoique le globe soit immobile, pourvu qu'on hausse ou qu'on baisse l'œil, pour avoir des angles de grandeur convenable (39).

La lumière qui vient au travers des goutes de pluie après deux réfractions, sans aucune réflexion, doit paroître dans sa plus grande

(39) On m'a assuré qu'en regardant la flamme d'une chandèle à travers un prisme, on voit du rouge lorsque les rayons bleus tombent sur l'œil; & lorsque les rayons rouges tombent sur l'œil, on voit du bleu. Si cela étoit, les couleurs du globe de verre & de l'Arc-en-ciel devroient paroître dans un ordre contraire à celui qu'elles ont. Mais il y a erreur dans cette assertion, & comme les couleurs que donne la lumière d'une chandèle sont très-foibles, la méprise vient sans doute de la difficulté de distinguer les rayons de celles qui affectent l'organe. Au reste, en réfractant la lumière du soleil par un prisme, j'ai souvent remarqué qu'on aperçoit toujours la couleur des rayons qui tombent sur l'œil: remarque, que j'ai également faite sur la lumière d'une chandèle; car en détournant peu à peu le prisme de la ligne qui vient directement de la flamme à l'œil, on voit d'abord du rouge, ensuite du bleu. Ainsi, chacune de ces couleurs est vue dans l'ordre de son incidence, puisque le rouge passe avant le bleu au dessus de l'œil.

force, lorsque les rayons émergents forment avec les rayons incidents un angle de 26 degrés environ; puis elle s'affoiblit peu à peu des deux côtés, à mesure que cet angle augmente ou diminue. Il en est de même de la lumière qui vient au travers des grains sphériques de grêle. Mais si ces grains sont un peu applatis, comme cela arrive souvent; la lumière transmise peut devenir si forte, quoique cet angle ait un peu moins de 26 degrés, qu'elle formera une couronne (40) autour du soleil ou de la lune; & cette couronne paroitra colorée tant que les grains de grêle seront convenablement figurés. Dans ce cas, elle sera rouge en dedans, bleue en dehors; car les rayons de la première de ces couleurs, étant moins réfrangibles que les rayons de la dernière, viennent par des lignes plus directes. Ces phénomènes auront lieu surtout, si au centre des grains de grêle se trouvent des globules opaques de neige, propres à intercepter les rayons qui éclaireroient le dedans de la couronne, & l'empêcheroient d'être aussi nettement terminé, ainsi que l'a observé Huy-

(40) Cette couronne colorée se nomme un *Halo*.


Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44

gens. De la sorte, le bord interne de la couronne seroit d'un rouge obscur, & le bord externe acolore, comme cela arrive ordinairement.

La lumière qui passe au travers d'une goute de pluie, après deux réfractions & trois ou quatre réflexions, est à peine suffisante pour former un arc sensible : mais peut-être pourroit-elle le devenir, au moyen de ces cylindres dont s'est servi Huygens pour expliquer les parhélies.

DIXIÈME PROPOSITION.

PROBLÈME V. *Par les propriétés de la lumière déja découvertes, rendre raison des couleurs permanentes des corps.*

Ces couleurs proviennent de ce que certains corps réfléchissent principalement certains rayons: le cinabre (par exemple) réfléchit principalement les rouges ; & la violette, les violets. Ainsi, chaque corps tire sa couleur des rayons qu'il réfléchit en plus grand nombre ; comme le prouvent les expériences qui suivent.

XVII. EXPERIENCE. Si on expose des corps de différentes couleurs à des rayons rendus homogènes par la méthode détaillée à l'article IV de la I PARTIE; ils paroîtront plus brillants, lorsque chacun sera éclairé par les rayons de sa propre couleur. Jamais le cinabre n'est plus éclatant, que lorsqu'il se trouve illuminé par une lumière rouge homogène. Exposé à une lumière verte, il est beaucoup moins brillant; & moins brillant encore, exposé à une lumière bleue. De même, l'indigo n'est jamais plus éclatant, que lorsqu'il est éclairé par une lumière bleue-violette; & toujours il perd de son éclat, à mesure qu'on l'éclaire successivement par une lumière verte, jaune, rouge. De même, un poireau réfléchit le vert plus fortement que les autres couleurs, puis le bleu & le jaune qui composent du vert.

Pour rendre les résultats de ces Expériences plus marqués, il faut choisir des corps dont les couleurs ont le plus d'éclat. Ainsi, aux rayons rouges homogènes, le cinabre & l'outremer paroissent rouges tous deux: mais le cinabre paroît d'un rouge éclatant; l'outre-mer, d'un rouge obscur. Pareillement aux rayons bleus homogènes, ils paroissent bleus l'un & l'autre : mais l'outre-mer

paroît d'un bleu éclatant; le cinabre, d'un bleu obscur. Preuve évidente que l'outre-mer réfléchit les rayons bleus en plus grand nombre que ne fait le cinabre, & que le cinabre réfléchit les rayons rouges en plus grand nombre que ne fait l'outre-mer. Or ces résultats seroient les mêmes, si on substituoit à ces corps le minium & l'indigo, ou d'autres matières semblables, compensation faite de la vivacité plus ou moins grande de leurs couleurs respectives.

Ces Expériences indiquent clairement la cause des couleurs matérielles, qui d'ailleurs a été démontrée par celles des deux premiers articles de la I PARTIE, où l'on a vu que *les rayons qui diffèrent en couleurs diffèrent aussi en réfrangibilité.* Il suit de là que certains corps réfléchissent en plus grand nombre les rayons les plus réfrangibles; & certains corps, les rayons les moins réfrangibles.

Telle est la vraie & unique raison de ces couleurs. Ce que confirmeroit encore cette considération s'il en étoit besoin, que la couleur d'une lumière homogène ne pouvant point être changée par simple réflexion, les corps ne sauroient paroître colorés qu'autant qu'ils réflé-

chissent les rayons de leur propre couleur, ou ceux qui la produisent en se mêlant à d'autres.

Au reste, en fesant ces Expériences, il faut avoir soin que la lumière soit suffisamment homogène; car les corps exposés aux couleurs que le prisme donne ordinairement, ne paroissent ni de la couleur qu'ils ont en plein jour, ni de celle de la lumière qu'on fait tomber sur eux, mais de quelque teinte mixte. Ainsi, aux rayons verts du spectre ordinaire, la mine de plomb ne paroît ni verte ni rouge; mais orangée, jaune, ou d'une teinte entre le vert & le rouge, suivant que la lumière verte qui l'éclaire est plus ou moins composée. Or si ce minéral paroît rouge à une lumière blanche, dans laquelle toutes sortes de rayons sont également mêlés; à une lumière verte, composée de rayons jaunes, verts, & bleus, il doit prendre une teinte approchante de celle des rayons qu'il réfléchit en plus grand nombre. Et comme il est de nature à réfléchir les rayons rouges plus que les orangés, & plus encore que les jaunes: ces rayons, n'ayant plus dans la lumière réfléchie les proportions qu'ils avoient dans la lumière incidente, changent la couleur du minéral; de sorte qu'il ne

paroît ni vert ni rouge, mais d'une teinte mixte.

A l'égard des liqueurs diaphanes colorées, leur couleur change avec leur volume. Contenue dans un verre de figure conique placé entre l'œil & la lumière, une liqueur rouge paroît jaune pâle au fond du verre, où elle a peu de volume; un peu plus haut, où elle a davantage de volume, elle paroît orangée; plus haut, elle paroît rouge; enfin tout au haut, elle paroît d'un rouge foncé & obscur. Pour concevoir la raison de ces phénomènes, il faut observer que cette couleur absorbe fort aisément les rayons indigos & violets, moins aisément les rayons verts, & moins aisément encore les rayons rouges.

Si le volume de la liqueur est tel qu'il puisse absorber un nombre considérable de rayons violets & indigos, sans beaucoup absorber des autres; ceux qui restent composeront un jaune pâle: mais si elle a assez de volume pour absorber aussi un grand nombre de rayons bleus, ceux qui restent composeront de l'orangé: enfin si elle absorbe en même temps un grand nombre de rayons verts & jaunes, ceux qui restent com-

poseront du rouge; & ce rouge deviendra plus foncé & plus obscur, à mesure que la liqueur, aquérant du volume, absorbera encore les rayons jaunes & les orangés, de sorte que les rouges soient presque seuls transmis.

Ici se rapporte l'observation du Docteur Halley, qui, plongeant dans la mer sous une cloche, s'aperçut qu'à la profondeur de plusieurs brasses la partie supérieure de sa main (sur laquelle le soleil donnoit directement au travers de l'eau & d'un carreau de verre) paroissoit cramoisie; tandis que la partie inférieure, illuminée par la lumière réfléchie du fond de l'eau, paroissoit verte. De là on peut inférer que l'eau de la mer réfléchit fort aisément les rayons bleus & les violets, mais qu'elle transmet fort librement les rayons rouges. Or les rouges prédominant aux plus grandes profondeurs de l'eau, la lumière directe du soleil y doit paroître de cette couleur; & cette couleur doit devenir plus foncée, à mesure que la profondeur augmente. Enfin à telle profondeur où les violets ne peuvent pénétrer; les bleus, les verts, & les jaunes, étant réfléchis par le fond en plus grand nombre que les rouges, doivent composer du vert.

Si on prend deux liqueurs colorées, l'une rouge, l'autre bleue, en quantité suffisante pour qu'elles paroissent bien foncées ; quoique chacune prise à part soit assez diaphane, elles cesseront de l'être par leur mélange : car l'une ne transmettant que des rayons rouges, & l'autre ne transmettant que des rayons bleus, il n'en passera plus aucun à travers les deux liqueurs mêlées ensemble. Phénomène que le hazard offrit à M. Hook, & dont il fut très-surpris, n'en connoissant pas la raison. Quoique je n'aye pas moi-même constaté cette Expérience, je ne laisse pas d'y ajouter foi : quant à ceux qui entreprendront de la répéter, ils doivent avoir soin d'employer des liqueurs colorées très-foncées.

Puis donc que les corps paroissent colorés en réfléchissant ou en transmettant en plus grand nombre les rayons de telle & telle espèce ; ils absorbent & éteignent nécessairement ceux qu'ils ne réfléchissent ou ne transmettent pas. C'est ce que l'Expérience vérifie : car de l'or en feuille, placé entre l'œil & la lumière, transmet des rayons bleus verdâtres ; ces rayons

pénètrent donc le tissu de l'or en masse qui les absorbe ou les éteint, tandis que sa surface réfléchit les rayons jaunes.

Comme une feuille d'or paroît jaune par une lumière réfléchie, & bleue par une lumière transmise, quelle que soit la position de l'œil : de même certaines liqueurs (telles que la teinture du bois néphrétique) & certains verres transmettent en grand nombre les rayons d'une espèce, & réfléchissent en grand nombre les rayons d'une autre espèce; de sorte qu'ils paroissent de différentes couleurs, suivant la position de l'œil. Mais si ces liqueurs étoient assez denses, ou ces verres assez massifs, pour ne transmettre aucun rayon; je ne doute point qu'ils ne parussent d'une seule couleur dans toutes les positions de l'œil, comme font les corps opaques : car tout corps coloré, suffisamment mince, devient transparent, & ne diffère des liqueurs diaphanes colorées que du plus au moins; de même, en augmentant le volume de ces liqueurs, elles deviennent tout aussi opaques que ces corps.

Un corps peut paroître de même couleur par la lumière transmise & par la lumière

réfléchie à sa dernière surface. Mais la lumière réfléchie diminue toujours, & s'évanouit même tout à fait, lorsque l'épaisseur du corps augmente considérablement, de manière que la lumière réfléchie par les particules colorées du corps même vient à prédominer; & alors sa couleur transmise diffère de sa couleur réfléchie.

Mais d'où vient que les liquides & les solides colorés réfléchissent certains rayons & en transmettent d'autres? C'est ce que j'expliquerai dans le Livre suivant. Il me suffit ici d'avoir prouvé incontestablement que les corps ont ces propriétés, & que leurs couleurs en dépendent.

ONZIÈME PROPOSITION.

PROBLÊME VI. *Par le mélange des rayons colorés composer un trait de lumière blanche parfaitement semblable à la lumière directe du soleil; puis faire servir ce trait à la preuve des propositions précédentes.*

Soit ABC*abc*, un prisme qui réfracte un faisceau de rayons solaires, introduit dans une Fig. 45.

chambre obscure à travers le trou F, & projeté sur l'objectif MN, de manière à peindre en p, q, r, f, t, les couleurs prismatiques; savoir le violet, le bleu, le vert, le jaune, & le rouge. Que leurs rayons divergents, réunis en X par l'objectif, composent un champ de lumière acolore. Soit ensuite DEG deg, un second prisme, parallèle au premier, & placé en X pour réfracter cette lumière acolore, & la projeter en Y. Que les angles réfringents soient égaux, & à égale distance de l'objectif; de sorte que les rayons réunis en X (où ils se seroient croisés, & d'où ils auroient divergé sans l'interposition d'un nouveau prisme) deviennent parallèles en se réfractant à ses surfaces, & composent un trait XY de lumière blanche. Il importe d'observer que, si l'angle réfringent de l'un des prismes étoit plus grand que l'autre, il faudroit qu'il fût d'autant plus proche de l'objectif. On reconnoîtra que les prismes & l'objectif se trouvent réciproquement à des distances convenables, quand le trait XY sera dans toute sa longueur d'une blancheur parfaite, même à ses bords. Autrement, il faudra varier ces distances, jusqu'à ce qu'on

ait trouvé le point où ce trait paroît parfaitement acolore. Alors on fixera les prismes & l'objectif le long d'une forte pièce de bois ; & on répètera, sur le trait de lumière composée, les mêmes Expériences qui ont été faites sur un trait de lumière directe du soleil.

Comme la lumière de ces traits a les mêmes propriétés, autant qu'on peut en juger par l'observation, on trouvera, en interceptant à l'objectif quelques-unes des couleurs *p, q, r, s, t*, que ces couleurs sont précisément celles des rayons projetés sur l'objectif avant qu'ils composassent le faisceau solaire par leur réunion : elles ne proviennent donc d'aucune modification que la lumière auroit reçue de la réfraction ou de la réflexion ; mais elles tiennent uniquement aux divers mélanges des rayons originairement doués de qualités colorifiques particulières.

Ainsi, après avoir formé un trait XY de lumière blanche à l'aide d'un objectif de 4 pouces 3 lignes de diamètre, & de deux prismes placés l'un avant, l'autre après l'objectif, & chacun à 6 pieds 3 pouces de distance ; je me proposai d'examiner la cause des couleurs pro-

duites par les réfractions prismatiques : je commençai donc par réfracter ce trait de lumière composée, au moyen d'un autre prisme HJK *kh*; ensuite je fis tomber sur le papier LV les couleurs P, Q, R, S, T, qu'il produisoit. Puis interceptant à l'objectif une des couleurs *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, je trouvai qu'à l'instant même cette couleur disparoissoit de dessus le papier LV. Si le pourpre, par exemple, étoit intercepté à l'objectif, il s'évanouissoit aussi tôt de dessus le papier; les autres couleurs ne recevant aucune altération, au bleu près, qui étoit altéré autant qu'il pouvoit l'être, par la séparation de quelques rayons pourpres qui s'y trouvoient mêlés. De même, si le vert étoit intercepté à l'objectif, il s'évanouissoit aussi tôt de dessus le papier : & ainsi des autres couleurs. Ce qui prouve évidemment que les couleurs provenant du trait de lumière XY par de nouvelles réfractions, sont les couleurs mêmes des rayons d'où résulte la blancheur de ce trait. Le prisme HJK *kh* ne fait donc voir sur le papier les couleurs P, Q, R, S, T, qu'en séparant les rayons qui ont les mêmes qualités colorifiques avant de composer le trait acolore XY. Au-

trement, les rayons qui paroissent d'une certaine couleur sur l'objectif, paroitroient d'une autre couleur sur le papier : ce que l'Expérience dément.

D'une autre part, pour découvrir le principe du coloris des corps, j'en exposai quelques-uns au faisceau XY, & je trouvai qu'ils y paroissoient tous colorés comme en plein jour ; d'où il suit que leurs couleurs dépendent de celles dont les rayons sont doués, & qu'ils manifestoient avant de composer le faisceau. Ainsi, le cinabre exposé à ce faisceau paroît rouge comme en plein jour. Or si on intercepte à l'objectif les rayons verts & les rayons bleus ; sa couleur en sera plus vive, plus forte : mais si on intercepte les rayons rouges, il deviendra jaune, vert, ou de quelque autre couleur, suivant qu'il sera illuminé par tels ou tels rayons qui n'ont pas été interceptés.

Pareillement, l'or exposé au faisceau XY paroît jaune comme en plein jour. Mais si on intercepte à l'objectif un nombre suffisant de rayons jaunes, il paroitra blanc comme l'argent. La couleur de ce métal provenoit donc de l'excès des rayons jaunes interceptés.

De même l'infusion du bois néphrétique, étant exposée au faisceau XY, paroît bleue comme en plein jour à raison des rayons réfléchis, & rouge à raison des rayons transmis. Mais si on intercepte les bleus à l'objectif, elle cessera à l'instant de paroître bleue par réflexion, & sa couleur transmise augmentera même en éclat. Au contraire, si on intercepte à l'objectif les rayons rouges & les rayons orangés, elle cessera à l'instant de paroître rouge par transmission, & sa couleur bleue réfléchie augmentera en éclat. Cette infusion ne teint donc les rayons ni en bleu ni en rouge : seulement elle transmet en plus grand nombre ceux qui sont rouges, & réfléchit en plus grand nombre ceux qui sont bleus.

On peut rechercher de la même manière les raisons de tout autre phénomène, en faisant des Expériences dans ce trait artificiel de lumière blanche.

Fin du Tome premier.



Défauts constatés sur le document original